

Kognitiva betingelser för implementering av formella planeringsmodeller

Datorbaserad skolschemaläggning med tolkning
enligt Piagets genetiska epistemologi

Helge Helmersson

Lund 1984



KOGNITIVA BETINGELSER FÖR IMPLEMENTERING AV FORMELLA PLANERINGSMODELLER

DATORBASERAD SKOLSCHEMALÄGGNING MED TOLK-
NING ENLIGT PIAGETS GENETISKA EPISTEMOLOGI

AKADEMISK AVHANDLING

som för avläggande av filosofie doktorsexamen vid
Samhällsvetenskapliga fakulteten, Lunds universitet,
offentligen försvaras i Carolinasalen, Kungshuset,
måndagen den 4 juni 1984 kl 9.

Helge Helmersson

Lund 1984

Organization LUND UNIVERSITY Department of Business Administration University of Lund P O Box 5136 S-220 05 LUND	Document name DOCTORAL DISSERTATION	
Author(s) Helge Helmersson	Date of issue 1984-05-09	
	CODEN: LUSADG/(SAEK)/1005-287/(1984)	
Sponsoring organization		
Title and subtitle COGNITIVE CONDITIONS FOR IMPLEMENTATION OF FORMAL PLANNING MODELS Computerized school timetabling with interpretation according to Piaget's genetic epistemology		
Abstract The practical and theoretical problem in this project consists of explaining why it can be difficult, and almost impossible, for well motivated and educated persons to use an effective and easily handled computerized formal model as a tool in a planning process. The empirical basis for this problem is nine years of practical experience from a computerized model for school timetabling in Denmark. The theoretical basis for the problem is Jean Piaget's genetic epistemology. Analysis of market statistics, questionnaires and technical timetabling variables showed that it is not economy, the technical capacity of the model or difficulties in handling the model that can explain why 1/3 of new customers do not continue to use the model. The analysis indicated, however, that customers with low ability to handle the practical conditions for timetabling did not continue to use the model. The empirical data confirms the following recommendations based on an interpretation of Piaget's theory. 1. A person with low practical experience of planning in a field cannot successfully use a formal model as a tool when solving planning problems in that field. Training in the use of the model can not compensate for experience. 2. A person with some practical experience of planning in a field can successfully, and through regular courses, learn how to use a formal model as a planning-tool. 3. A person with a long experience of planning in a field can/ought to use a formal model directly without participating in an introductory course.		
Key words Piaget, genetic epistemology, cognition, implementation, planning, formal model, school timetabling		
Classification system and/or index terms (if any)		
Supplementary bibliographical information		Language Swedish
ISSN and key title		ISBN
Recipient's notes	Number of pages 287	Price
	Security classification	

Distribution by (name and address)

Dept of Business Administration, University of Lund, Box 5136, S-220 05 Lund, Sweden

I, the undersigned, being the copyright owner of the abstract of the above-mentioned dissertation, hereby grant to all reference sources permission to publish and disseminate the abstract of the above-mentioned dissertation.

Signature Helge Helmersson

Date 1984-04-25

Kognitiva betingelser för implementering av formella planeringsmodeller

Datorbaserad skolschemaläggning med tolkning
enligt Piagets genetiska epistemologi

Helge Helmersson

Kognitiva betingelser för implementering av formella planeringsmodeller

Upprättad av: [Name]
Ejligt för: [Name]

Högskolan i [Name]

FÖRORD

I denna avhandling analyseras problem i anslutning till utnyttjandet av en formell planeringsmodell. Diskussionen baseras på en flerårig tillämpning av en datorbaserad modell för schemaläggning.

Olika organisationer har dels bidragit till genereringen av underlaget till mina forskningsproblem och dels gett mig möjligheter att bearbeta och försöka lösa dessa problem. Ett stort tack för dessa problem och möjligheter riktar jag nu till de medarbetare jag haft i dessa organisationer.

I en forsknings- och utvecklingsgrupp inom Sparbankernas Datacentraler AB fick jag under några år i slutet av 1960-talet möjlighet att utveckla och programmera en modell för schemaläggning. Modellen introducerades 1971 på den danska schemaläggningmarknaden av dåvarande Kommunernes EDB-central. Den grupp som härvid etablerades för schemamodellens vidareutveckling och produktionsmässiga tillämpning övergick i Skoleservice och sedermera UC-kultur efter bildandet av Kommunedata I/S. Under 1970-talet fick jag möjlighet att samla in ett omfattande empiriskt material om schemamodellens användning. Detta material blev grunden för de metodinriktade problem jag därefter fick möjlighet att ta itu med vid Företagsekonomiska institutionen i Lund.

Den metodmässiga öppna och dynamiska forskningsmiljön vid Företagsekonomiska institutionen har varit väsentlig för mitt avhandlingsprojekt. Curt Kihlstedt uppmuntrade mig under projektets inledning att försöka precisera de metodproblem jag intuitivt trodde mig ha uppfattat i det empiriska materialet. Under speciellt projektets senare del, och under Kihlstedts utlandsvistelse, har Olof Arwidi stått för ett starkt och konstruktivt handledarstöd, utan vilket det är ovisst om eller när mitt manus skulle nått tryckeriet.

I min forskningsmässiga stödtrupp på institutionen har även ingått Magnus Lagnevik och Gösta Wijk, vilka läst och kommenterat mina kapitelutkast. Vid olika seminarietillfällen och informella diskussioner har jag fått konstruktiv kritik och goda råd från Göran Alsén, Bernhard Bierschenk, Björn Bjerke, Sven Erik Borglund, Bengt Lohmander, Anders Nilsson och Göran Widebäck.

Rapporten speglar datoranvändningens problem även rent utskriftsmässigt. Vid ett mekaniskt maskinhaveri, som hotade att spolia den slutliga utskriftens stramattidsplan, fick jag handgriplig och värdefull hjälp av Berit Andersson och Tomas Schönthal.

Även om jag inte ensam förorsakat alla de metodproblem som diskuteras i rapporten, och trots det stöd och den hjälp jag fått, så står jag givetvis själv ansvarig för rapportens innehåll.

Lund den 24 april 1984

Helge Helmersson

INNEHALLSFÖRTECKNING:

1 INLEDNING

1.1	Inledande presentation	1
1.2	Bakgrund till och motiv för ämnesvalet	3
1.2.1	Plattsekvensproblemet	4
1.2.2	Den datorbaserade schemaläggningen	6
1.3	Precisering av rapportens forskningsproblem	10
1.4	Syfte och ambitionsnivå	11
1.5	Avgränsningar	12
1.6	En sondering om metod	14
1.7	Rapportens fortsatta uppläggning	16

2 SKOLSCHEMALÄGGNING

2.1	Inledning	19
2.2	Schemaläggning som operativ planering	19
2.2.1	Processaspekten	20
2.2.2	En mängd interrelaterade beslut	21
2.2.3	Beslut om en framtida verksamhet	25
2.2.4	Satisfierande planeringslösning	25
2.3	Schemaläggarens arbetssituation	26
2.3.1	Tjänsteformalia	27
2.3.2	Personliga och sociala relationer	28
2.3.3	Tidspress	29
2.3.4	Tradition med lokal och individuell särprägel	30
2.4	Summering	33

3 DATORISERAD SCHEMALÄGGNING - EN LITTERATUROVERSIKT

3.1	Inledning	34
3.2	Lösningstekniker	34
3.3	Tillämpningsaspekter	37
3.4	Summering	42

4 MODELLUTVECKLING

4.1	Inledning	43
4.2	Primärutvecklingen av läggingsmodellen	43
4.3	Vidareutvecklingen av läggingsmodellen	49
4.3.1	Maskinell bearbetning av modellens schemaförslag	50
4.3.2	Kontroll av schemaförutsättningarnas läggningsbarhet	52
4.3.3	Sonderande analys under läggningens gång	56
4.4	Summering	60

5 KUNDUTVECKLING 1971-79

5.1	Inledning	62
5.2	Några historiska hållpunkter	62
5.3	Principiellt förfarande vid modellenanvändningen	64
5.4	Prissättningsprinciper	65
5.5	Kurser och kursstatistik 1972-79	66
5.6	Kundstatistik 1971-79	67
5.7	Kursernas marknadstäckning	69
5.8	Kursernas generering av nya kunder	71
5.9	Det låga antalet kunder 1975-76	73
5.10	Bortfallet av kunder 1972-79	75
5.11	Bortfallet bland förstaårskunderna	78
5.12	Summering	80

6 BRUKARUNDERSÖKNING 1975

6.1	Inledning	81
6.2	Undersökningens bakgrund	81
6.3	Syfte, uppläggning och datainsamling	82
6.4	Presentationens uppläggning	84
6.5	Undersökningens representativitet inom produktionsperioden	85
6.6	Resultatsammanfattning	88
6.6.1	Primära svarsfrekvenser	88
6.6.2	Svårigheter och modellkritik	91
6.7	Brukarförslagen och deras genomförende	92
6.8	Kundavgångar och redovisad kommuninställning	94
6.9	Enkätsvaren relaterade till kundbortfallet	97
6.9.1	Centrala förklaringsvariabler	97
6.9.2	Samband mellan centrala förklaringsvariabler	99
6.9.3	Särdrag hos blivande bortfalls-kunder	101
6.9.4	Bakgrundsförhållanden och systemets utnyttjande	104

6.10	Multivariata analyser av enkätsvar och kundbortfall	105
6.10.1	Reducering av primärvariabler	106
6.10.2	Faktoranalys	108
6.10.3	Diskriminantanalys	109
6.10.4	Klusteranalys	110
6.11	Summering	111
7	MODELLSTATISTIK 1978	
7.1	Inledning	112
7.2	Läggingsstatistikens omfattning och iiriktning	113
7.3	Skolornas kundstatus relativt antalet modellkörningar	115
7.4	Läggingsutfall för olika kundgrupper	118
7.5	Jämförelser av olika kundgruppers läggingsstatistik	122
7.5.1	Särskiljande drag i den första modellkörningen	124
7.5.2	Förändringar vid schemats omläggning	124
7.5.3	Utmärkande drag hos kommande bortfallskunder	125
7.5.4	Sammanfattning av gruppjämförelserna	126
7.6	Möjligheter till prognos av kundutvecklingen	129
7.6.1	Läggingsstatistikens prognosstyrka	129
7.6.2	Tolkning av bortfallsmönster hos nya kunder	132
7.7	Analys av modellens läggingsrest	136
7.7.1	Utsparkningsanalyser inom olika kundgrupper	137
7.7.2	Bitutsparkningar hos nya kunder som bortfaller	140
7.8	Summering	143
8	METODFRAGOR BASERADE PÅ MODELLENS ANVÄNDNING	
8.1	Inledning	144
8.2	Genererade metodfrågor	144
8.3	Inramning av ett metodkomplex	147
8.4	Metodkomplexets relationsmönster	148
8.5	Metodfrågor för fortsatt diskussion	151
9	LITTERATURBASERADE KOMMENTARER OM FORMELLA MODELLER	
9.1	Inledning	153
9.2	Formell modellavbildning - en klassisk fråga	154
9.3	Om datorbaserade modeller	156
9.4	Implementering av OA-modeller - några huvudlinjer	160
9.5	Summering	164

10 PIAGETS TEORI

10.1	Inledning	165
10.2	Om Piagets teoriutveckling	165
10.2.1	Att läsa Piaget	167
10.2.2	Teorins förankring och utveckling	168
10.2.3	Teorins inriktning	169
10.3	Genetisk epistemologi - några centrala teser	171
10.4	Om konstruktivistisk strukturalism	176

11 KOGNITIVA BETINGELSER FÖR MODELLANVÄNDNING

11.1	Inledning	180
11.2	Abstraktioner och formalism	180
11.2.1	Abstraktionernas kognitiva cykel	180
11.2.2	Några illustrationsexempel	184
11.3	En tolkning av schemamodellens implementering	188
11.3.1	Teoretisk kundgruppering från kognitiva utgångspunkter	188
11.3.2	Identifiering av de härledda kundgrupperna	192
11.4	Rekommendationer för modellens implementering	196
11.5	Modell användningens analys-syntes	198

12 SAMMANFATTNING

12.1	Kapitelvisa sammandrag	201
------	------------------------	-----

ENGLISH SUMMARY	208
-----------------	-----

APPENDIX 1: FORMELL SCHEMADEMOKRATI	214
APPENDIX 2: SYSTEM- OCH MODELLBESKRIVNING	225
APPENDIX 3: EN STRATEGI FÖR MODELLFÖRBÄTTRING	234

BILAGA 1: KUNDSTATISTIK	239
BILAGA 2: BRUKARENKÄT 1975	234
BILAGA 3: ANALYSER AV ENKÄTSVAR	255
BILAGA 4: MULTIVARIATA ANALYSRESULTAT	259
BILAGA 5: ANALYSRESULTAT FRÅN MODELLTEKNISK LOGGSTATISTIK	261

LITTERATURFÖRTECKNING	278
-----------------------	-----

1 INLEDNING

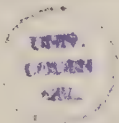
1.1 INLEDANDE PRESENTATION

Denna rapport behandlar grundläggande frågor kring utnyttjandet av en formell modell vid planering av en organisations verksamhet. Intresset koncentreras på de kognitiva betingelserna för en planerares användning av en formell modell som planeringshjälpmedel. Modellanvändningen kommer att tolkas enligt Jean Piagets genetiska epistemologi. Såvitt bekant har den praktiska modellanvändningens problematik inte tidigare behandlats i ett Piaget-perspektiv.

Forskningsrapporter brukar inleds med en sammanfattning av resultat och slutsatser. I det aktuella fallet är en sådan sammanfattning också fullt möjlig, men inte förenlig med rapportens egna slutsatser om kunskapsförmedling. Den otålige läsaren kan givetvis, och på eget bevåg, försöka ta del av studiens resultatsammanfattning i avslutningskapitlet. I enlighet med rapportens tolkning av Piagets teori bör en seriös läsare dock avrådas från en sådan snabb läsning. För att ge viss förhandsorientering om rapportens innehåll ska jag i korthet presentera det behandlade ämnets omfattning och inriktning.

Mot bakgrund av ett mångårigt arbete med utveckling och tillämpning av en datorbaserad modell för skolschemaläggning har jag funnit det motiverat, att studera modellanvändarens principiella ställning som en förmedlande länk mellan organisationens reella problemsituation och modellens formella problemrepresentation. Modellanvändarens uppgift är dels att generera modellens input utifrån organisationens planeringsproblematik och dels att omsätta modellens output i en fungerande plan. Dessa modellanvändarens input/output-funktioner utgör nyckelfunktioner vid exempelvis operationsanalytiska modellers (OA-modellers) implementering. Funktionerna tycks inte tidigare ha varit föremål för forskningsinriktad granskning på det sätt som sker i denna rapport.

En enkel, begriplig och ändamålsenlig modell jämte fullständiga och klara instruktioner utgör självklara förutsättningar inför en modellanvändning. Med dylika förutsättningar uppfyllda bör en planerare efter lämplig utbildning också kunna antas använda modellen praktiskt. Ett stort antal fall, som senare ska diskuteras i detalj, har dock markerat ett behov av en precisering av ytterligare generella betingelser för att en modellanvändande planerare ska bli istånd att formuleras sin organisations krav i modelltermer samt vara modellens talesman inför organisationen. Formella planeringsmodeller är allmänt sett okända för en organisations sociala och informella uttrycksformer.



Därtill är organisationer i allmänhet inte särdeles lyhörda för ett modellformalistiskt språk. I det här antydda perspektivet blir modellanvändarens roll ytterst väsentlig. Men vad innebär denna roll egentligen och hur blir man istånd att spela den? Operationsanalysens mångomvittnade implementeringssvårigheter indikerar att rollen kan vara mycket svår, i vissa fall kanske alltför svår. Framgångsrika modellanvändare, och sådana finns helt otvetydigt, lyckas hantera planeringssituationens hård- och mjukdata samt formella och icke formella aspekter. Vad är betingelserna för att lyckas med detta? Andra modellanvändare har, trots till synes goda förutsättningar och föresatser, misslyckats. Varför är det ibland besvärligt att använda även bra och enkla modeller?

Jag hade ursprungligen ambitionen att försöka klarlägga på vad sätt man kunde, och borde, kombinera ett planeringsproblems icke formella, intuitiva och mjukdatamässiga aspekter med dess formella och kvantifierade innehåll. Att alla mina syntesansatser härvidlag misslyckades var i sig beklagligt, men, som det senare skulle visa sig, egentligen ofrånkomligt. Framgångrika modellanvändare tycktes närmast obehindrat, kanske omedvetet, kunna arbeta på ett sätt motsvarande de syntesansatser jag inte kunde få ett forskningsmässigt grepp om. Mina undersökningar ledde därför till mycket brydsamma metodfrågor, dels avseende själva modellanvändningen och dels avseende studiet av den praktiska modellanvändningen.

Via Piagets grundläggande teori om individens kunskapsutveckling har de antydda metodfrågorna kunnat ges konstruktiva svar. Det handlar dock inte om det slag av syntesinriktade metodsvar, som jag ursprungligen försökte finna. En central tes i Piagets genetiska epistemologi anger generella betingelser för individens utvecklande och utnyttjande av abstraktioner. I rapporten exemplifieras och preciseras dessa betingelser i anslutning till praktiskt utnyttjande av en formell planeringsmodells abstraktioner. Ett genomgående drag i dessa exempel är, att planeringsmodellen svårligen kan tillämpas av någon som inte själv utvecklat motsvarande abstraktioner.

Rapportens diskussion av modellanvändningens kognitiva betingelser kan sammanfattningsvis karaktäriseras med hjälp av de två begreppen form och struktur, se vidare kapitel 10 för en närmare bestämning av begreppet kognitiv struktur. Form och struktur har inga konkreta motsvarigheter på sakplanet. Begreppen används här för särskiljande av fastlåst organisering och transformationsmöjligheter, som ger ny organisering. En inputblankett till en datorbaserad planeringsmodell är ett typiskt exempel på yttringar av form. En planerares utvecklande av nya planeringsansatser är typiska yttringar av en struktur. Form innebär således läsning inom definitiva ramar. Struktur ger däremot transformationsmöjligheter för genuint nyskapande. En planerares användning av en datorbaserad planeringsmodell innebär ett samspel mellan form och struktur. Rapporten behandlar väsentliga kognitiva betingelser för ett sådant samspel.

Läsningen av forskningsrapporter kan ses som ett samspel mellan form och struktur. Författarens intentioner gestaltas av rapportens form och innehåll. En rapport som representerar ny form

för läsaren tillägnar sig denne inte automatiskt (jfr motståndet vid implementering av OA-modeller). Starkt förenklat måste läsare under en kognitiv process successivt 'närma sig' nya former via kognitiva transformationer. För att denna rapport ska ge underlag för sådana successiva transformationer har jag valt att inte direkt presentera slutsatser och resultat. Jag inbjuder istället läsaren att ta del av redogörelsen för det långa, oftast mödosamma, men stundtals spännande förloppet under min forskningsprocess. Genomläsningen av rapporten ska dock förhoppningsvis inte innebära ett upprepande av forskningsprocessens alla vedermödor.

1.2 BAKGRUND TILL OCH MOTIV FÖR AMNESVALET

Forskarens traditionella frihet att välja och motivera sitt forskningsproblem ser jag som en valfrihet inom de ramar, som ges av personlig intresseinriktning, studiebakgrund, praktisk erfarenhet, efterfrågad forskning och lokal forskarmiljö. Att välja forskningsproblem handlar till stor del om att, inom ramarna, finna/välja en nisch som är om möjligt unik och därtill generellt intressant. Läsaren måste givetvis själv ta ställning till huruvida föreliggande avrapportering av ett flerårigt forskningsprojekt utgör ett unikt bidrag av generellt intresse.

Min bakgrund och mina motiv för att studera formella modellers användning, och då speciellt kognitiva aspekter vid modellstöd planering, kan sammanföras i två olika grupperingar, nämligen:

- Egen praktisk erfarenhet av att konstruera och införa datorbaserade modeller för planering.
- Bristande möjligheter att med traditionell metodteori kunna besvara frågor som aktualiserades i det praktiska arbetet.

För att belysa och motivera min forskningsmässiga inriktning ska jag i anslutning till ovanstående punkter i korthet peka på några förhållanden, som haft en avgörande betydelse för denna rapports tillblivelse och innehåll. Härvid vill jag framhålla betydelsen av mitt praktiska arbete med utveckling och införande av datorbaserade modeller. Det är därför naturligt att redogöra för detta arbete som bakgrund till de frågeställningar, som kommer att behandlas. I huvudsak redovisas erfarenheterna från en modell, en modell för skolschemaläggning. Här ska jag dock först kort relatera några episoder från en modellutveckling i anslutning till ett industriföretags detaljerade produktionsplanering. Med detta inledande exempel vill jag belysa några svårförståeliga och för rapporten centrala fenomen, som jag har ställts inför i egenskap av modellkonstruktör.

1.2.1 Plattsekvensproblemet

När man efter en matematiskt och ADB-mässigt inriktad grundexamen börjar studera ämnet företagsekonomi, så ligger det nära till hands att studieintresset fokuseras på ämnets matematiskt och kvantitativt orienterade grenar, exempelvis de operationsanalytiska teknikerna. Mina seminariearbeten på 3- och 4-betygsnivå är exempel på en sådan intresseinriktning. I två uppsatser, Helmersson (1968, 1972) behandlas den operativa produktionsplaneringen i ett industriföretag. Planeringen gällde sekvensbestämningar för den veckovisa tillverkningen av plattor av dekorativt laminat. Veckoplanen skulle omfatta en med hänsyn till kassations- och omställningskostnader optimalt tillverkningsprogram för ett stort antal produktvarianter.

Under utarbetandet av en plattsekvensmodell observerade jag några märkliga och oförklarliga fenomen i samband med att den tilltänkta modellanvändaren konfronterades med min modellkonstruktion. För att kunna relatera vad som hände (återges inte i seminarieuppsatserna), krävs vissa basfakta om produktionen och planeringsproblematiken.

En platta av dekorativt laminat framställs genom att en bunt kemiskt behandlade pappersark sammanpressas under värme och högt tryck. Plattans framsida ligger an mot en pressplåt, vars yta avgör om plattan blir blank, matt, knottrig, osv. Plattans färg bestäms av färgen på det översta pappersarket, dvs arket som ligger an mot pressplåten.

Det fanns ett tiotal olika slags plåtar och ett hundratal olika färger att beakta i den veckovisa produktionsplaneringen. Samtliga varianter av plåtar och färger förekom dock inte varje vecka. Den operativa planeringen skulle dels minimera ställkostnaderna för plåthanteringen och dels minimera kassationerna vid färgövergångar. Plattans färgark avsatte som regel färgrester på pressplåten. När en plåt användes för pressning av en ny färg kunde det, beroende på färgbytet, uppstå kassationer genom att gamla färgrester på plåten förstörde den nya plattans färg.

På basis av mångårig erfarenhet hade förmän och ingenjörer skaffat sig så ingående kunskaper om produktionsprocessen, att de på intuitiv väg kunde staka ut produktionsprogram, som gav acceptabla utfall i närheten av ett opreciserbart optimum. Via min medverkan önskade företagsledningen ta fram en datorbaserad planeringsmodell med vars hjälp man skulle kunna få ett bättre grepp om sekvensernas kombinatorik. Modellen skulle även höja planeringsberedskapen vid brådskande specialorder.

Sekvensplaneringen kunde naturligt delas upp i en plåtdel och i en färgdel. Det blev färgsekvensproblematiken jag huvudsakligen kom att syssla med. En värdering av olika sekvensalternativ vid pressning av ett givet antal färger kräver mått på kassationen för varje färgbyte. Vid sekvensplanering av exempelvis 10 färger krävs kassationsmått på vart och ett av de 90 möjliga färgbytena. Detta ger i sin tur underlag för kalkylering av vilken, eller vilka, av de 10! (=3.628.800) möjliga sekvenserna, som är bäst. Det visade sig dock vara praktiskt omöjligt

att skaffa det nödvändiga kvantifieringsunderlaget via provpressningar (alltför kostsamt). Mätningar under löpande produktion var ej heller möjligt (skulle ta alltför lång tid beroende på att många byten sällan förekom och på att kassationernas omfattning var stokastisk). Hur skulle då de nödvändiga kvantifieringarna komma till stånd?

När jag frågade en förman hur han med hänsyn till kassationerna bedömde olika färgbyten, så kunde han direkt säga om ett byte var bra, acceptabelt eller dåligt. Förmannen tycktes alltså ha ett klart grepp om den sökta kvantifieringen. Det gällde därför att få en systematisk dokumentering av denna information. Sedan jag hade utformat en sekvensberäknande modell, som just byggde på en rangordning av bytenas kassationer, föreslog jag förmannen, att han skulle göra upp en tabell (i matrisform) där han för varje färgbyteskombination skulle notera om bytet var lämpligt, godtagbart, mindre lämpligt, olämpligt eller förbjudet. Förmannen vägrade dock att utarbeta min föreslagna färgbytestabell, detta trots att han satt inne med den sökta informationen och därtill önskade, att vi skulle kunna räkna oss fram till bra presssekvenser. Hans motargument var exempelvis, att det inte fanns så stort papper som krävdes eller att han inte hade tid. Mina förslag om att slå samman likvärdiga färger till bytesgrupper, för att på så vis minska tabellens storlek, kunde heller inte förmå honom att gripa sig an färgbytestabellen. Det hjälpte heller inte att jag förklarade, att vi aldrig skulle kunna kalkylera fram kassationsmässigt lämpliga färgsekvenser utan en färgbytestabell.

Varför var förmannen då så obenägen att upprätta färgbytestabellen när han helt otvetydigt visste vad den skulle innehålla och helt klart ville få en ny planeringsordning till stånd? Fältet är här ganska öppet för spekulationer och hypoteser. Det ligger exempelvis nära till hands att tillgripa förklaringar på temat att förmannen i grund och botten var rädd för det nya, rädd för mig som försökte ändra hans invanda arbetsmönster, rädd för att datorn skulle ta över hans planeringsuppgifter, osv. Förklaringar till, och tolkningar av, misslyckade förändringsansatser torde ofta baseras på någon form av mer eller mindre antaget förändringsmotstånd hos individer och organisationer. Om mitt arbete med plattproduktionens operativa planering hade stannat vid en misslyckad färgsekvensplanering, så hade 'det allmänna förändringsmotståndet' också varit lämpligt att tillgripa som en slags överslätande förklaring. Nu fick dock arbetet med plattplaneringen en fortsättning enligt vilken episoden med förmannen och färgtabellen ter sig mindre lättförklarlig eller rent av mycket besynnerlig.

När det verkade som om min tilltänkta lösning av färgsekvensproblemet hade gått i baklås på grund av kvantifieringssvårigheterna, så gick vi i stället över till att diskutera plåtbytena. Efter bakslaget med färgbytestabellen var jag nu mera återhållsam med utspel om hur detta nya delproblem skulle kunna lösas. Det föreföll mig nämligen ofrånkomligt att plåtsekvensplaneringen måste lösas helt analogt med färgernas sekvensplanering. I detta läge började förmannen 'tänka högt' och framförde en lång rad synpunkter på just plåtproblematiken. Efter en stund menade han att det vore bra att veta vad det kostade

(omställningskostnader) att byta plåtar i en press. När jag så dristade mig till att fråga vilka plåttyper han speciellt tänkte på, så började han skriva plåtbeteckningar på ett papper och notera byten mellan olika plåtar. Till min stora förvåning såg jag hur förmannen faktiskt själv hade kommit fram till, och nu föreslog, att vi skulle upprätta en plåtbytestabell. Jag stödde givetvis detta förslag och frågade därefter hur han egentligen skulle vilja hantera färgernas byten. Han utbrast då, att det var ju helt klart, att även färgbytena måste anges i en bytestabell. Förmannen överraskade mig fullständigt när han omgående ville att jag skulle precisera kraven på färgbytestabellen. Han ville redan till instundande helg skaffa sig ett stort rutat papper och i hemmets lugna vrå sätta sig och göra upp denna tabell. Det var nu inte alls tal om att behöva slå samman färger för att reducera tabellstorleken. Min föreslagna färgbytestabell blev så slutligen framtagen helt enligt det ursprungliga förslaget.

Efter händelserna kring färgbytestabellen grubblade jag mycket över varför mitt tabellförslag avvisades så kategoriskt till att börja med, men sedan genomfördes med reservationslös entusiasm. Förmannens eget agerande gör att hans eventuella motstånd mot förändringar starkt kan ifrågasättas. Hur kan man då förklara hans agerande vid framtagningen av färg- och plåttabellerna? En intressant fråga är vad som hade hänt om jag först hade försökt få fram plåttabellen och därefter färgtabellen. Hade förmannen i så fall direkt följt mina direktiv? Utan möjlighet till empirisk prövning och utan hemfallande åt lösa efterhandsspekulationer vågar jag hävda att så inte hade blivit fallet. Här skall jag dock inte gå in på några förklaringsansatser. I kapitel 11 klargörs vad det var som först gick snett med färgtabellen och som därefter råkade gå rätt ifråga om plåttabellen.

1.2.2 Den datorbaserade schemaläggningen

Sparbankernas Datacentraler AB (SPADAB) etablerade 1968 en forskningsgrupp i nära personalunion med Företagsekonomiska institutionen i Lund. Jag hade förmånen att från början ingå i denna grupp. Uppdraget för gruppen bestod i att utveckla OA-modeller för lösning av olika planeringsproblem inom sparbankerna. Gruppens bankinriktade modellutvecklingar har presenterats i avhandlingsform, se Andersson och Bjerke (1971), Bruzelius (1972) samt Lohmander och Oxing (1972). Vid sidan av de direkt bankorienterade projekten startades även ett projekt angående skolschemaläggning med hjälp av dator. Det blev huvudsakligen detta senare projekt som jag kom att arbeta med. Efter tre års intensiv utveckling övertogs det då produktionsfärdiga schemaläggningssystemet av KOMMUNERNES EDB-CENTRAL (nuvarande Kommunedata I/S) i Köpenhamn. Systemet har gått i produktion sedan 1971, primärt för att betjäna danska skolor. Vissa svenska och norska skolor har också utnyttjat systemet. Detaljer om systemets konstruktion, dess fortlöpande vidareutveckling och implementering redovisas i kapitel 4-8. En sammanfattande systembeskrivning finns i appendix 2. Här skall jag bara redogöra

för de mera övergripande frågeställningar, som efter hand utkristalliserades ur mitt arbete med datorbaserad schemaläggning och som föranlett mina undersökningar om modellanvändningens betingelser.

När jag började arbeta med konstruktionen av en datorbaserad modell för schemaläggning, så var jag primärt inriktad på att försöka bemästra skolschemats omfattande och komplexa kombinatorik. Enligt de i avsnitt 1.1 införde beräkningsform och struktur var mitt arbete uteslutande form-orienterat. Det gällde att i ett datorprogram pussla samman ämne, klasser, lärare och lokaler med beaktande av en stor mängd restriktioner. Sedan modellen hade tagits i bruk fick jag även anledning att intressera mig för hur den utnyttjades. Efter några år ledde detta intresse till, att jag började inse att schemaläggning inte enbart handlar om form.

Via modellens vidareutveckling och uppföljningar av dess tillämpning kom jag i kontakt med en lång rad schemaläggare, som med skiftande framgång hade använt modellen. Härigenom fick jag bl a anledning att fundera över varför schemaläggningssystemet blivit en klar succé på vissa skolor, accepterats utan åthävor på andra skolor och ibland förefallit nästan helt obrukbart. Användningen av systemet förlöper enligt följande moment:

- En skola som önskar använda systemet sänder personal (rektor, studierektor och/eller schemaläggare) på en kurs (3-5 dagar) som lär ut hur man arbetar med systemets inputblanketter och tolkar dess resultatlistor.
- Efter genomgången kurs dokumenterar skolan sina schemaförutsättningar på inputblanketter, som sänds till datacentralen.
- Efter stansning, rättning av formella fel samt körning av systemets schemaläggande modell levererar datacentralen ett schemaförslag.
- Skolan granskar, kompletterar och justerar schemaförslaget. Vid behov kan schemat läggas om med ändrade förutsättningar. Direkta ändringar i schemaförslaget inrapporteras till datacentralen, som via datorn kontrollerar och skriver ut det nya schemat.

Mitt intresse för den praktiska modellanvändningens frågor väcktes på allvar sedan jag observerat, att framgångsrika schemaläggare (modellanvändare) ofta utnyttjade modellens mest avancerade funktioner i förvånansvärt ringa omfattning. Detta ledde efterhand till slutsatsen, att nyckeln till en praktiskt fungerande schemaläggning med hjälp av dator inte enbart ligger i modellens matematiskt-tekniska raffinemang och komplexitet. Mot bakgrund av, eller snarare i kombination med, min erfarenhet som modellteknisk konstruktör blev detta en tanke, som successivt fick en allt större betydelse ju längre jag försökte tränga bakom dess triviala fasad. Vad var det egentligen för några faktorer som avgjorde om modellanvändningen blev en framgång eller ett misslyckande?

Via många exempel blev jag till slut övertygad om, att framtagningen av ett skolschema (enligt det allmänna skolväsendets krav i Sverige, Norge och Danmark) inte kan automatiseras till hundra procent. Motiven härför tyckte jag mig finna såväl i den enskilda skolans reella schemaproblematik som i datorprogrammeringen. Ett schemas förutsättningar, inklusive alla krav och önskemål (krav från lärare, elever, föräldrar, tillgång på lokaler, tider för skolskjutsar, pedagogiska principer för skol dagens disponering, osv) är i stora delar unika för varje skola och så omfattande, att en fullständig dokumentering föreföll mig mera arbetskrävande än en manuell läggning av schemat. En total datorisering av schemaläggningen förutsätter dock en fullständig dokumentering. Många av ett schemas krav är inbördes beroende på ett icke regelmässigt sätt. En programmessig hantering av kraven blir därför mycket vanskelig. Även om fullständiga schemaförutsättningar skulle finnas strikt dokumenterade, så kunde jag inte finna, och trodde mig heller inte kunna uppfinna, en ekonomiskt och praktiskt fungerande beräkningsmodell, som kunde lösa ett så gigantiskt problem.

På basis av schemasystemets användning kunde jag alltså konstatera att schemaläggningsmodellen, i likhet med varje annan modell i likartade sammanhang, endast täcker en del av hela planeringsproblematiken. Detta konstaterande kan närmast betraktas som operationsanalytisk baskunskap. När man praktiskt arbetar med modellutveckling, och kanske framför allt med modelltillämpning, så räcker det emellertid inte med att enbart konstatera och acceptera, att modeller rent principiellt har begränsningar. I schemaläggningsverksamheten har det visat sig nödvändigt, att i explicit form urskilja vad som täcks av modellen och vad som inte täcks av modellen.

Ibland har schemaläggare hävdad, att modellen inte kan tillgodoses väsentliga schemaläggningskrav. Dessa krav har ofta varit komplicerade. Kraven har inte bara varit vanskliga att formulera, de har dessutom inte så sällan varit omöjliga att realisera. Utnyttjandet av schemaläggningssystemet följde ibland den i datorsammanhang välkända regeln "Garbage in - garbage out". Varför presterade schemaläggare garbageinput? Varför ansågs modellen ge garbageoutput när den, i jämförelse med manuell schemaläggning, faktiskt gav varje användare en ingående analys av användarens eget planeringsproblem? Nu fanns det även en stor grupp av modellanvändare, som lyckas balansera sina inputdata så att modellen gav ett praktiskt användbart schemaförslag. Varför lyckas vissa schemaläggare göra en sådan balansering medan andra klart misslyckades? Mot denna bakgrund blev det angeläget att ställa frågan: Hur ska man vid behov hjälpa eller lära schemaläggare att bli sk balanserade modellanvändare?

Totalt sett visade de potentiella modellanvändarna ett stort spontant intresse för datorbaserad schemaläggning. På många skolor önskade man verkligen få hjälp med den tidskrävande och besvärliga schemaläggningen. En omfattande reklam- och informationsverksamhet jämte många, populära och välbesökta kurser spred kunskap om schemaläggningssystemet. Detta till trots visade det sig att schemaläggarna förvånande ofta hade svårigheter med modellhanteringen. Dessa svårigheter tycktes som regel kunna återföras till två av schemaläggarens huvudfunk-

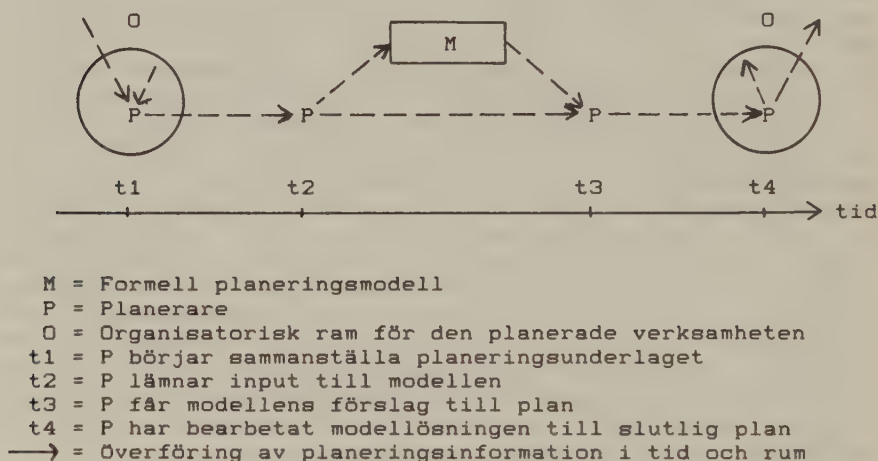
tioner som modellanvändare. För det första gällde det att i skolans totala schemaproblematik urskilja vilka aspekter som kunde, borde och skulle utformas som formellt modellinput. Härvid föreföll det vara väl så viktigt för schemaläggaren att ha klart för sig vad hans modellerade schemaförutsättningar inte omfattade som att veta vad de omfattade. För det andra gällde det utnyttjandet av modellens resultat. Här hade många modell-användare påfallande svårigheter med att återföra modellschemats innehåll till dess ursprungsmiljö, dvs till skolans faktiska schemaproblematik, se vidare kapitel 2 angående schemaläggningens principiella innehåll.

En planeringsmodells praktiska värde beror givetvis på hur den är konstruerad och på hur den utnyttjas. I implementeringslitteraturen anförns en rad faktorer som påverkar en OA-modells tillämpningsframgång, se vidare kapitel 9. Exempel på sådana faktorer skulle i det aktuella fallet kunna vara schemaläggarens förtrogenhet med modellen, lokalt särpräglade schemakrav som i större eller mindre grad kan hanteras av modellen, den service som schemaläggaren får från datacentralen, lättheten att kommunicera med modellen (utforma input och tolka output), ambitionsnivå och förväntningar hos schemaläggaren, osv. Erfarenheterna kring schemasystemets tillämpning indikerade att det dessutom fanns betydelsefulla faktorer som på något sätt handlade om relationer mellan modellens formella problemrepresentation och schemaläggningens faktiska innehåll på skolan. Vilken innebörd och omfattning dessa relationer kunde tänkas ha, och vari deras betydelse helt precis låg, hade jag dock länge svårt att få grepp om. En intuitivt malande och till en början mycket diffus känsla sa mig emellertid, att här fanns något såväl teoretiskt intressant som praktiskt värdefullt att utforska. Relationerna mellan modellens och skolans schemaläggning tycktes höra hemma i ett ingenmansland, som vid vissa tillfällen föreföll mig vara obefintligt och som vid andra tillfällen verkade oöverskådligt. Ständigt fanns dock schemaläggaren, modellanvändaren, med i bilden som en viktig och intressant men svårhanterlig nyckelperson.

Parallellt med mitt praktiska arbete med schemaläggningsmodellens vidareutveckling och användning tog det några år att upptäcka och precisera det här aktuella forskningsproblemet. Efter preciseringen, som redovisas i nästföljande avsnitt, tog det sedan ytterligare några år att finna konstruktiva ansatser för problemets bearbetning. Det visade sig nämligen, att de lösningar jag sökte inte stod att finna i gängse metodlitteratur. Vad jag helt precis sökte visste jag heller inte på förhand. I efterhand kan detta långdragna preciserings- och sökförfarande förklaras av att jag i mitt från början form-orienterade arbete mötte struktur-relaterade implementeringsfrågor av kognitiv art. Utan insikt om de kognitiva strukturernas teori och praktiska yttringar blev dylika frågor mycket svårhanterliga eller rent av icke hanterbara.

1.3 PRECISERING AV RAPPORTENS FORSKNINGSPROBLEM

I figur 1.1 nedan sammanfattas det principiella innehållet i de problemställningar, som relaterades i föregående avsnitt. Figuren tas nu som utgångspunkt för en precisering av rapportens forskningsproblem. Figur 1.1 har formulerats i generella termer eftersom forskningsproblemet innefattar generellt inriktade frågeställningar. Den datorbaserade schemaläggningen utgör en konkret exemplifiering av figurens principer. Det ska poängteras att figuren endast har ett begränsat illustrativt syfte. Principskissen markerar endast några av planeringsprocessens huvuddrag som utgångspunkt för formuleringen av specifika frågor angående modellanvändning. Figuren anger inget om hur dessa frågor skall behandlas eller vilka svar som kan förväntas.



Figur 1.1 Principskiss över modellanvändning vid planering

Figur 1.1 åskådliggör en process som startar vid t1 när P, från olika källor inom och ev utom organisation, börjar samla in och sammanställa underlaget för planeringen. Bearbetningen av planeringsunderlaget innebär bl a att P formaliserar vissa planeringsaspekter som input till planeringsmodellen. En första central fråga gäller P's separering vid t2 av planeringsproblematiken i en modellanknuten och en icke modellanknuten del. Efter modellanvändningen får P vid t3 en modellösning som han bearbetar till slutlig plan, en plan som vid t4 eventuellt även delges externa intressenter. En andra central fråga gäller P's integrering av modellösningen med planeringens icke modellerade förutsättningar. En tredje central fråga gäller relationerna mellan P's separering av modellinput och integrering av modelloutput.

I anslutning till forskningsproblemets tre huvudfrågor behandlar rapporten generella kognitiva betingelser för att planera på ett för organisationen, modellen och sig själv framgångsrikt stätt ska kunna genomföra den skisserade separeringen och integreringen. Studiens empiriska underlag hämtas från användningen av den datorbaserade modellen för schemaläggning.

1.4 SYFTE OCH AMBITIONSNIVA

Rapportens övergripande syfte är:

att påvisa innebörden och effekterna av modellanvändarens generella kognitiva betingelser för utnyttjandet av formella planeringsmodeller.

För konkretisering och exemplifiering av den generella diskussionen används fallet med den formella och datorbaserade modellen för skolschemaläggning. Den principiella diskussionen av skolschemaläggning i anslutning till detta fall syftar till:

att belysa schemaläggningens problemmiljö och schemaproblemets kombinatoriska komplexitet.

att i anslutning till skolschemaläggning markera den formella analysens begränsningar.

Presentationen och bearbetningen av det omfattande empiriska materialet angående det konkreta fallet med datorbaserad schemaläggning syftar till:

att klargöra huvudlinjerna i den aktuella modellens utveckling och uppbyggnad.

att mot bakgrund av kundutveckling, brukarattityder och modelltekniska förhållanden precisera kritiska faktorer för modellens användning.

Den datorbaserade schemaläggningens implementeringsförhållanden tolkas i kognitiva termer med hjälp av Piagets genetiska epistemologi. Utnyttjandet av denna teori syftar till:

att ge en ny teoretisk infallsvinkel för tolkning av en OA-modells implementering.

att formulera kognitivt baserade riktlinjer för implementering av formella planeringsmodeller.

Ovanstående syftesformuleringar markerar ett antal kopplingar mellan teori och empiri. I enlighet med rapportens uppläggning berör dessa kopplingar de tre områdena modellkonstruktion, implementering och kognition. Rapporten består emellertid inte av tre separata studier inom dessa områden. Jag har nämligen haft ambitionen, att via teori-empiri-kopplingar mellan områdena skapa en bas för en vidgad och fördjupad förståelse av väsentliga relationer mellan områdena. Detta betyder att relationer

Över områdesgränserna betonas framför områdesspecifika detaljer. Med denna inriktning vänder sig rapporten dock även till specialister inom de nämnda områdena. Utan att själv vara någon 'trippelspecialist' menar jag:

att modellkonstruktören teoretiskt och praktiskt kan dra nytta av de kognitiva betingelserna för modellimplementering.

att den som arbetar med modellimplementering får nya infallsvinklar på sitt specialområde via den formella analysens begränsningar och modellanvändningens kognitiva betingelser.

att kognitionsspecialisten genom kopplingar mellan formella modellers konstruktion och deras praktiska användning kan finna ett intressant arbetsområde utanför laboratiemiljön.

Rapporten är skriven med ambitionen att ge ett bidrag till en vidgning av de nämnda specialområdena, detta dock inte på något områdes bekostnad, men väl för allas berikande.

1.5 AVGRÄNSNINGAR

Ett antal avgränsningar har direkt och indirekt markerats i de föregående avsnitten. Dessa avgränsningar ska nu sammanfattas och i korthet motiveras. Därtill ska ytterligare några generella avgränsningar klargöras. I kommande kapitel förs en förlöpande avgränsningsdiskussion i anslutning till de sammanhang där mera detaljerade avgränsningar aktualiseras.

Diskussion av de tre ämnesområdena modellkonstruktion, implementering och kognition kommer att ske med väsentliga avgränsningar. Av utrymnesskäl är det inte möjligt, och för sammanhanget inte nödvändigt, att göra inventering genomgångar av de tre nämnda områdena. Det blir primärt mera övergripande förhållanden i anslutning till det preciserade forskningsproblemet, som kommer att behandlas.

Rapportens fokusering av operativ planering är historiskt och praktiskt betingad. Jag har under lång tid arbetat med operativa planeringsmodeller, jfr avsnitt 1.2. Användandet av formella modeller kan givetvis även studeras vid andra former av planering, exempelvis finansiell, kapacitetsmässig, marknadsinriktad eller strategisk planering. Av utrymme- och resursskäl har det dock varit nödvändigt, att avgränsa studiens exemplifieringar till att gälla operativ planering. Med hänsyn till de generella aspekter av modellanvändandet, som kommer att studeras, så är den operativa planeringsformen ett lämpligt och intressant tillämpningsområde. Den operativa planeringen utmärks av att tidsmässigt ligga nära sitt 'facit'. Jag syftar här på att den operativa planen förhållandevis snabbt och detaljerat prövas vid den planerade verksamhetens genomförande. Dessa förhållanden bör rent principiellt underlätta studiet av planerarens separering av modellinput och integrering av mo-

dellösningar, jfr figur 1.1. Här bör dock observeras att rapporten inte baseras på någon avgränsning till kognitiva betingelser för just operativ planering.

I fortsättning förutsätts att planeraren, modellanvändaren, ställs inför en planeringsuppgift vars yttre ramar har givits av en annan och mera övergripande planering. I samband med schemaläggningen betyder detta att vi utgår från gällande timplaner, skolans elevtilldelning och befintlig lärartab. Vidare förutsätts att resursutnyttjandet och mängden restriktioner skapar en så svåröverskådlig och komplicerad planeringssituation, att det är praktiskt och ekonomiskt motiverat att tillgripa en datorbaserad modell som planeringsverktyg. Jag kommer dock inte att beröra resursmässiga eller policybetonade faktorer, som kan tänkas påverka organisationens möjligheter att bygga eller köpa sådana planeringsmodeller. Detta betyder att övergripande skol- och kommunalpolitiska frågor inte kommer att beröras i samband med schemaläggningen.

En datorbaserad planeringsmodell kan köras interaktivt eller satsvis. Beroende på olika praktiska och ekonomiska omständigheter kan för- och nackdelar variera för dessa två tillämpningsformer. Forskningsproblemet inriktning ger dock inte anledning till diskussion av denna fråga. Schemaläggningsmodellen har upplysningsvis enbart använts via satsvisa körningar.

Schemaläggningens kombinatorik tas inte upp som någon central teoretisk fråga och jag berör därför inte teorier om kombinatorisk komplexitet. Schemakombinatoriken belyses via enklare illustrationsexempel utan inblandning av någon teoretisk formelsarsenal. När det gäller schemamodellens tekniska utformning, så kommer jag inte att gå in på detaljer om exempelvis packning av data eller alternativa iterationsförfaranden. Intresset koncentreras istället på modellens användning och på vad modellen principiellt kan representera av planeringsproblematiken.

Rapportens psykologiska och pedagogiska orientering har några generella avgränsningar. Även om kognitiva processer och frågor om hur man lär sig modellanvändandets 'konst' kommer att vara centrala i fortsättningen, så ska det understryka, att jag inte sysslar med utveckling av ny psykologisk eller pedagogisk teori eller med något slag av individtestning. Jag kommer endast att tolka, och inom det aktuella problemområdet tillämpa, redan etablerad teori. Tolkningen innebär att en grundläggande tes i Piagets genetiska epistemologi sammanfattas och formuleras i en grafisk tolkningsmall. Diskussionen kring denna mall utgör ingen intruducerande presentation av Piagets omfattande och i stora stycken svårtillgängliga teori. När tolkningsmallen tillämpas på det empiriska materialet angående den datorbaserade schemamodellens användning, så sker detta inte för att bevisa vare sig styrkan i Piagets teori eller tolkningsmallens rimlighet. Mallen tillämpas för att utifrån kognitiv teori ge en ny förklaringsdimension för lyckad/misslyckad implementering av en formell planeringsmodell.

1.6 EN SONDERING OM METOD

Rapportens ämne är klart metodinriktat. Frågor som rör formella modellers användning, jfr avsnitt 1.3, benämns i fortsättningen metod inom studieobjektet. Övergripande frågor om på vad sätt, och med vilka utgångspunkter, jag utforskat modellanvändningen benämns metod om studieobjektet. Avsnitt 1.6 har en sonderande rubricering på grund av att metodfrågor om och inom studieobjektet under en lång och komplicerad forskningsprocess knutits samman på ett sätt, som jag finner mycket svårt att återge.

Hur jag i metodhänseende har forskat kan möjligen redovisas men svårigen läsas och förstås utan en parallell uppföljning av metodfrågorna inom studieobjektet. Först efter utforskandet av metodfrågorna inom studieobjektet fick jag en djupare metodin-sikt om studieobjektet. Det skulle därför med hänsyn till faktiska förhållanden, och jag tror även med hänsyn till läsarens förståelse, vara en vilseledande efterhandskonstruktion, att här kortfattat ange metodmässiga ställningstaganden om studieobjektet. Jag väljer därför att i stället ge en fragmentarisk exposé över utvecklingen av mitt metodtänkande. På basis härav klargörs och motiveras sedan rapportens metod- och innehållsmässiga uppläggning.

Initialt var mitt metodtänkande om modeller och deras användning starkt knutet till modellernas tekniska konstruktion och funktion. Efterhand som schemaläggningsmodellen kom i drift såg jag behov av en omorientering mot mera organisatoriska, sociala och individspecifika frågor i anslutning till modellanvändandet. Det handlade dock inte om en konvertering från ett 'synsätt' till ett annat utan snarare om en ambition att kombinera olika 'synsätt'. Dessa kombinationssträvanden blev till ett paradigmdilemma, som ledde mitt methodsökande in på olika intresseväckande, men genomgående resultatlösa, banor.

Sedan jag, i enlighet med bakgrundsbeskrivningen i avsnitt 1.2, hade blivit 'fångad' av tanken att studera relationerna mellan det 'modellerade' och det 'verkliga' planeringsproblemet, så utvecklades arbetet i två parallella men till synes helt separata huvudriktningar. Jag gjorde bl a en rad skisser över såväl praktiskt som teoretiskt nödvändiga villkor för formell behandling av konkreta planeringsproblem, Helmersson (1973, 1976a). Därtill försökte jag klarlägga enligt vilka övergripande metodregler man kunde/borde ställa upp dessa villkor, Helmersson (1976b). Det har i viss mening till slut blivit möjligt att knyta samman dessa två separata riktningar trots att detta under lång tid föreföll helt ogörligt. Denna sammanknytning blev en väsentlig förutsättning för studiens avrapportering. Anledningarna till att jag kom in i en långdragen och stundtals förvirrad sökprocess, där jag ständigt gick vilse mellan paradigmernas tankevärld och tillämpad forskningsmetod, kan sammanfattas under två huvudpunkter.

För det första befann jag mig i en forskningsmiljö där övergripande metodfrågor diskuterades intensivt. Via påverkan av exempelvis Thomas Kuhns bok "The Structure of Scientific Revolutions", Kuhn (1962), initierades diskussioner om paradigmen.

Enligt Kuhn gäller att:

- Vetenskaplig verksamhet styrs av paradig.
- Sk "normal science" följer utstakade paradigbanor.
- Vetenskapliga revolutioner och drastiska nyorienteringar är förenade med paradigskiften.

Mina komplexa men ofta överförenklade paradigövningar gundades på attityder och slutsatser av ungefärligen följande slag:

- Som forskare har du, och måste ha, ett paradig.
- Det paradig du har avgör vad du kan och får göra.
- Klargör först ditt paradig, forska sedan därefter.
- Sök dig ett paradig på den öppna paradigmarknaden, finner du inget så sätt samman ett själv.

När jag sökte efter ett paradig för studiet av modellanvändning vid planering kom jag ut på en lång 'metodologisk ökenvandring'. Det verkade ju i och för sig tryggt och bra med ett paradig som styr och rättfärdigar forskningen. Men hur såg mitt paradig egentligen ut? Hur skulle det artikuleras? Jag kunde dessvärre inte finna något färdigt och passande paradig att annektera. Försöken att formulera ett helt eget och nytt paradig kom aldrig över plattitydstadiet.

En andra huvudförklaring till mitt paradigmatiska bryderi låg i forskningsproblemets inriktningen. Det gällde ju inte att å ena sidan studera planerarens humana behandling av planeringsproblematiken och å andra sidan studera modellens formella manipulerande. Den forskningsmässiga utmaningen låg i att försöka hantera dessa två aspekter enligt något symbiotiskt paradig. Den tankemässiga avgrund jag här föll i, utan att någonsin nå dess möjligen filosofiska botten, har ibland utmålats som skillnaden mellan naturvetenskap och humaniora, jfr kapitel 9. Trots att jag inte kunde greppa den antydda paradigmsymbiosen, så verkade det som om den existerade, åtminstone hos schemaläggare som framgångsrikt arbetade schemaläggning via dator.

Min paradigmsökande botanisering bland olika skolbildningar och 'ismer' ledde bl a till att jag stötte på strukturalismen. Vid första påseendet fann jag att strukturalismen var ett bland flera sätt 'att se på världen'. Av en ren tillfällighet ledde min rastlösa nyfikenhet till att jag kom att fördjupa mig i hur en strukturalist, Jean Piaget, hade forskat och framför allt vad han hade forskat om. I Piagets omfattande arbeten, se vidare kapitel 10, fann jag bl a ett närmast sensationellt men samtidigt konstruktivt svar på mitt paradigmsökande. Piaget övertygade mig nämligen om att min paradigmjakt hade misslyckats därför att den i grunden innebar något av en intellektuell omöjlighet. Detta är dock inte liktydigt med att paradig inte skulle finnas eller inte ha betydelse vid forskning. Det rörde sig istället om att min ansats till paradigmsökande på förhand kunde anses dömd att misslyckas.

Enligt Piagets grundläggande forskning framgår bl a följande. Det finns en naturlig kognitiv princip enligt vilken vi inte direkt kan ta till oss och tillämpa färdiga generella tankemönster. Det var uppenbarligen denna princip jag inte kunde, och

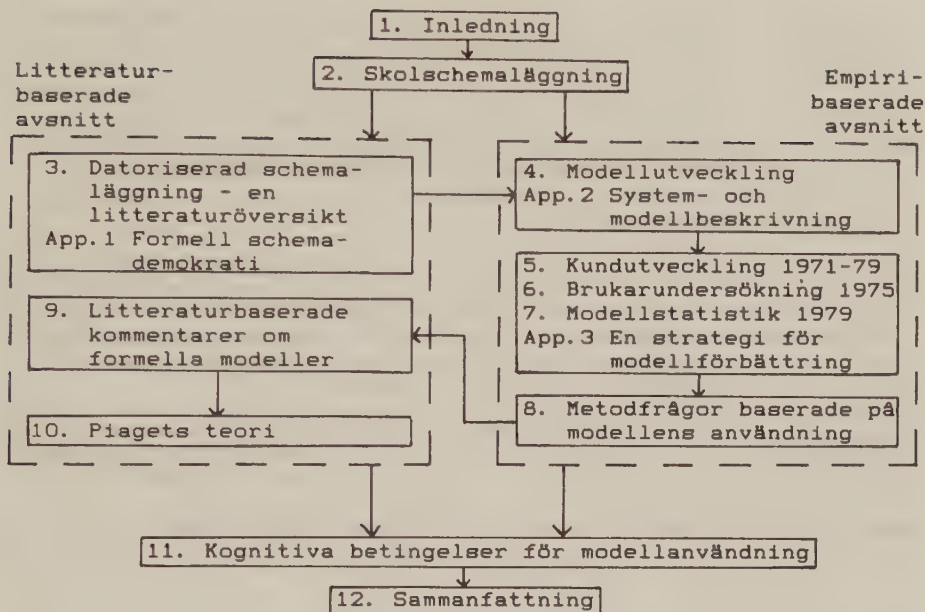
heller inte skulle ha kunnat, upphäva under paradigmjakten. Piaget säger dock inte, att intellektet inte kan inrymma eller inte fungerar enligt generella mönster. Hans teori handlar bl a om hur generella tankemönster utvecklas och införlivas i vårt tänkande. Enligt denna teori ter det sig mera konstruktivt, att successivt formulera och beakta övergripande metodfrågor efterhand som forskningsprocessen fortskrider. Med en något tillspetsad formulering skulle det alltså inte vara möjligt, att starta en forskningsprocess enligt ett från början färdigt metod- och paradigmfacit. Vid sk vetenskapliga revolutioner och paradigmbytten torde detta påstående innebära en självklarhet. Enligt min Piaget-tolkning skulle påståendet emellertid även gälla vid "normal science" när forskaren skall tillägna sig ett för honom nytt, men i sig gammalt, paradigm. Påståendet inkluderar dock inte 'forskaren', som enbart upprepar ett stereotyp metodförfarande.

Mot bakgrund av denna sonderande metoddiskussion tar rapporten inledningsvis inte upp övergripande metodfrågor om studieobjektet till närmare eller djupare behandling. Läsaren får efterhand en bild av hur metodfrågor om studieobjektet har behandlats. Här bör även noteras att utveckling och artikulering av paradigm inte omfattas av rapportens syften.

1.7 RAPPORTENS FORTSATTA UPPLÄGGNING

Huvudlinjerna i rapportens uppläggning illustreras i figur 1.2 nedan. I de empiribaserade avsnitten presenteras och analyseras empiriskt material från utvecklingen och tillämpningen av Kommunedatas system för schemaläggning. I de litteraturbaserade avsnitten refereras och diskuteras teoretiska aspekter och dokumenterade erfarenheter med anknytning till empiriavsnitten. Övriga kapitel inleder och avslutar litteratur- och empiriavsnitten.

Rapportens uppläggning markerar att presentation och analys av empiriskt material tillmäts stor vikt, detta trots att rapporten har teoretisk nyorientering som överordnat syfte. Enligt bakgrundsbeskrivningen i avsnitt 1.2 var det svårtolkade empiriska förhållanden, och inte teoretiska överväganden, som initierade detta forskningsprojekt. För att den teoretiska nyorientering ska vara värd namnet måste den baseras på empirisk grund, en grund som läsaren därför också måste känna till. Rapporten skulle direkt kunna presentera en kognitiv tolkning av det empiriska materialet. En sådan uppläggning skulle omgående aktualisera en rad frågor om alternativa och mera näraliggande tolkningar av schemamodellens kundutveckling, frågor av det slag som tas upp i kapitel 5-7. Jag har därför valt att först redovisa och analysera det empiriska materialet utan någon specifikt kognitiv tolkningsansats. Denna uppläggning följer också huvudligen i min egen forskningsprocess, dvs ett omfattande sökande efter generella förklaringar till schemamodellens implementeringsutfall.



Figur 1.2 Rapportens uppläggning

Figurens pilmarkeringar anger de innehållsmässiga sambanden mellan olika avsnitt. Mot bakgrund av det tidigare preciserade forskningsproblemet och de formulerade syftena kommenteras kapitlen nu i nummerordning, dvs i läsordning.

Kapitel 2 ger som underlag för rapportens fortsättning en beskrivning av skolschemaläggning. Kapitlet beskriver schemaläggningen i termer av operativ planering med tonvikt på planeringens kombinatoriska komplexitet och schemaläggarens, planerarens, arbetssituation.

Kapitel 3 gör en sammanfattande genomgång av litteraturen på området datoriserad schemaläggning. Härvid framkommer bl a att datorschemaläggningen hittills uteslutande inriktats på programkonstruktion. Implementeringsfrågorna har endast berörts i förbigående, detta trots att programanvändningen anges vara problematisk. Flera programkonstruktörer har uttryckt förhoppningen, att ett datorlagt schema garanterar ett objektivt och demokratiskt schema. I appendix 1 visar jag utifrån den formella demokratis paradoxer och begränsningar att en sådan garanti inte kan ges.

Kapitel 4 tar upp centrala moment i utvecklingen av Kommuneda-tas schemaläggningssystem. Kapitlet ger en modellteknisk bakgrund för diskussionen av systemets implementering. Systemets moduluppbyggnad och den schemaläggande modulens (modellens) kapacitetsgränser och schematekniska funktioner redovisas i appendix 2.

Kapitel 5-7 redovisar ett omfattande material från den produktionsmässiga användning av schemaläggningssystemet. Materialet har insamlats under 1970-talet och omfattar utöver kundstatistik även en brukarundersökning och en programmässig loggning av schematekniska förhållanden. Analyserna av detta material visar att schemasystemets oväntade och oacceptabla kundutveckling inte tillfredsställande kan förklaras av ekonomiska eller systemrelaterade faktorer. I appendix 3 skisseras en strategi för teknisk effektivisering av läggningsmodellen.

Kapitel 8 sammanställer och preciserar de kritiska implementeringsförhållanden, som framträtt i de tre föregående kapitlen. Rapportens forskningsproblem får här en svårtolkad empirisk belysning. Exempelvis fokuseras schemaläggarnas modellutbildning som en kritisk implementeringsfaktor, detta trots att utbildningen lovordas av modellens kunder.

Kapitel 9 tar upp modellen användningens metodfrågor dels med avseende på formella modellers utbildningsförmåga och dels inom ramen för operationsanalytisk implementeringsforskning.

Kapitel 10 presenterar Piagets genetiska epistemologi som en ny teoretisk bas för tolkning av motstånd/misslyckande vid modellimplementering.

Kapitel 11 ger en kognitivt inriktad tolkning av schemasystemets implementeringsutfall. Brukarundersökningens huvudtendenser visar sig följa ett kognitivt betingat mönster, vilket även har koppling till kundutvecklingen. I kapitlet formuleras en kognitivt baserad strategi för schemasystemets implementering. Schemasystemets implementering. Konsekvenser av denna strategi diskuteras avslutningsvis i en mera generell beskrivning av modellen användning vid planering.

Kapitel 12 sammanfattar rapportens innehåll.

2 SKOLSCHEMALÄGGNING

2.1 INLEDNING

I detta kapitel beskrivs skolschemaläggningens innehåll, omfattning och principiella förlopp. Först presenteras schemaläggningen i termer av operativ planering. Därefter diskuteras schemaläggarens arbetsuppgifter. Jag förutsätter, att läsaren har sett ett skolschema och därför känner till schemats principiella funktion som arbetsordning för en skolas elever och lärare. Det blir arbetet med att ta fram schemat, och inte schemat i sig, som kommer att betonas. Problemställningar och exempel hämtas från lektionsschemat (40 minuters lektioner) för den svenska grundskolans högstadium och den danska folkskolan (folkeskolen). Jag tar inte upp det svenska modulschemat, ett schema som byggs upp med tidsmoduler på 10-20 minuter. Beskrivningen inriktas inte på skillnader i olika skolorganisationers schemaläggning, exempelvis skillnader mellan svenska och danska scheman. För studiet av den datorbaserade schemaläggningens tillämpningsproblematik är sådana skiljelinjer inte väsentliga.

2.2. SCHEMALÄGGNING SOM OPERATIV PLANERING

En definitionsinriktad diskussion av planeringsbegreppet skulle med nödvändighet bli mycket omfattande och leda långt utanför det aktuella ämnets ramar. Ackoff (1970) har formulerat en allmän karakteristik av planering, vilken jag funnit vara lämplig att ta som en ram för en planeringsinriktad beskrivning av skolschemaläggning.

Summarizing we can say that planning is a process that involves making and evaluating each of a set of interrelated decisions before action is required, in a situation in which it is believed that unless action is taken a desired future state is not likely to occur, and that, if appropriate action is taken, the likelihood of a favorable outcome can be increased.

(Ackoff, 1970, p 4)

Utifrån ovanstående citat kommer jag att beskriva schemaplaneringen som en process under vilken det fattas och utvärderas en mängd relaterade beslut, som siktar mot ett gynnsamt genomförande av en framtida verksamhet. I beskrivningen markeras de satisfierande inslagen i schemaplaneringen.

I en allmänt förekommande planeringstypologi särskiljs tre huvudformer, nivåer, av planering: Strategisk, resursmässig och operativ planering (ibland förekommer alternativa benämningar som långsiktig, kapacitetsmässig och taktisk planering). Arwidi och Malm (1973) har i en för nivåtypologin representativ sammanfattning karakteriserat operativ planering (sedd i relation till de övriga planeringsnivåerna) enligt följande punkter:

- Låg handlingsfrihet inom givna ramar.
- Enbart del av organisationens totala verksamhet berörs.
- Tidsperioden som planeras är kort (dagar, vecka, månad).
- Den planerade verksamheten beskrivs på detaljnivå.
- Stor orsak-verkankunskap om alternativa planutformningar.
- Kombinatorisk, algoritmisk problemlösning.
- Planen utgöres av instruktions- och handlingsregler.
- Samordning för ett effektivt resursutnyttjande.

Schemaläggningens huvuddrag beskrivs nu med hjälp Ackoffs allmänt formulerade ram samtidigt som anknytningar görs till den operativa planeringens karaktäristika. I avsnitt 2.3 redogörs närmare för vad det innebär att arbeta som schemaläggare.

2.2.1 Processaspekten

Det är vanskligt att dra en klar gräns för när schemalägningsprocessen startar. Det sker nämligen ofta en glidande övergång från skolans resursplanering till dess operativa schemaplanering. I fortsättningen diskuteras schemaläggningen utifrån följande utgångsläge. Skolans elevunderlag liksom elevernas ämnesval är kända. Därtill föreligger klass- och gruppindelningar av eleverna. Vidare har lärarbehovet beräknats och en tjänstefördelning utarbetats. Tjänstefördelningen anger i vilka ämnen och klasser olika lärare ska undervisa. Lokalresurserna förutsättes också kända. I den utsträckning skolskjutsar förekommer är linjesträckningar samt ankomst- och avgångstider kända. Framtagningen av alla dessa förutsättningar kräver en anseelig arbetsinsats. Jag går dock inte in på de planerings- och förhandlingsprocesser, som berör resursmässiga aspekter av skolårets planering. Schemats förutsättningar är inte definitivt låsta utan kan vid behov justeras under schemaläggningen. Mer eller mindre 'omöjliga' schemasituationer kan ge återkopplingar från skolans operativa till dess resursmässiga planering.

Schemaläggningen är i princip avslutad när terminsschemat är komplett. Detta schema kan föreligga längre eller kortare tid före terminsstarten, allt från ett par månader till ett par dagar kan förekomma. Det är i praktiken svårt att strikt definiera när schemat är definitivt klart. Mindre justeringar kan förekomma även sedan den egentliga schemaläggningen är avslutad och schemat har tagits i bruk.

För utomstående kan det förefalla vara enkelt att lägga ett skolschema. Med klara variationer från skola till skola rör det sig dock om en intensiv och krävande arbetsprocess av storleksordningen 1-2 manmånader. Det är således betydande arbetsinsat-

ser som varje år krävs för skolornas schemaläggning.

Schemaläggningen har ofta liknats vid en pusselläggande process. En sådan analogi är dock direkt vilseledande på centrala punkter. Till skillnad från ett vanligt lövsågpussel utmärks nämligen ett 'schemapussel' av att inte ha någon entydig slutlösning. Flertalet 'schemabitar' kan läggas på olika platser och kant i kant med en rad alternativa 'bitar'. Därtill kan schemaläggningens 'bitar' ändras via direktiv utifrån och även i viss utsträckning formas efter schemaläggningens egna krav. Denna skisserade handlingsfrihet är dock ett tveegget svärd i schemaläggningsarbetet. I ett inledningsskede kan alla utläggningar verka enkla eftersom 'bitarna' då inte behöver passa ihop med andra 'bitar'. I senare moment slår dock schemats komplexa kombinatorik ofta ut förhastade läggningar. Vidare handlar schemaläggning inte enbart om att få lagt alla 'bitarna'. Läggningssmönstret ska även uppfylla en rad mer eller mindre väsentliga och därtill ofta oklara och konflikterande kvalitetskrav.

2.2.2 En mängd interrelaterade beslut

Under schemaläggningsprocessen utvärderas och fattas en mängd beslut om skolveckans utformning. Den tidigare nämnda resursplaneringen jämte timplaner och anställningsavtal ger inte schemaläggningen några möjligheter att påverka skolarbetets innehåll och omfattning. Däremot avgörs i detalj när, var och i vilken ordningsföljd elever och lärare skall utföra sina arbetsuppgifter. Via dessa allokeringsbeslut får schemaläggningen ett stort och direkt inflytande på arbetsveckans utformning i skolan. Besluten kan översiktligt indelas i tre grupper.

- Disponering av ofta trånga lokalresurser vid fördelning av ämnen, klasser och lärare på mer eller mindre lämpliga och/eller önskade lokaler.
- Uppläggning av undervisningssekvenser enligt pedagogiska och andra krav, exempelvis inte olika språk efter varandra, dubbeltimme i ett visst ämne, tid för förflyttningar.
- Den lektionsbundna arbetstidens placering för elever och lärare. Generellt gäller det att undvika håltimmar i individernas scheman samt att anpassa elevtider till skolskjut-tider och lärartider till individuella krav och önskemål.

Även för en liten skola omfattar schemaläggningen en stor mängd beslut, vilka är relaterade till varandra enligt en rad olika och oftast invecklade mönster. För att åskådliggöra schemaalternativens mångfald och själva läggningens komplexitet ger jag tre korta exempel. Först skisseras en ansats om att finna det totala antalet schemavarianter för en skola. Därefter visas variationsmöjligheterna i utläggningen av ett givet antal ämnen för en klass under en dag. Slutligen redovisas beslutsalternativens mångfald i utgångsläget för en reell skolas schemaläggning.

Exempel 1

=====

Ett schema för ett 6-parallelligt högstadium om 18 klasser och ca 40 lärare kräver beslut om vad varje klass och lärare ska syssla med under veckans $9 \times 5 = 45$ lektionstillfällen. Om vi för enkelhetens skull bortser från lokalsidan, så kan schemat sägas vara resultatet av $45 \times (18 + 40) = 2610$ beslut. Varje beslut kan tänkas ske på i storleksordningen 10 olika sätt (antalet olika slags lektioner inklusive lektionsfri timme). Det skulle således förefalla vara möjligt, att konstruera det ofattbara antalet av 10^{2610} olika scheman. Antalet schemavarianter är dock inte så många.

Enligt tjänstefördelningen kommer ett beslut om vad en klass ska göra en viss timme också att gälla berörd lärare samma timme. Ur klassynpunkt blir därför schemamångfalden begränsad till det fortfarande ofattbara antalet av $10^{18 \times 45} = 10^{810}$ alternativ. En ytterligare granskning av schemaproblematiken visar, att antalet schemavarianter inte heller kan nå upp till detta senare antal. Mångfalden reduceras exempelvis av tillvalsblock (ligger parallellt över en hel årskurs) och av dubbeltimmar. Vidare är ämnesvalet en viss timme beroende av vad som placerats övriga timmar samma dag för klassen. Vidare ska inte alla ämnen läggas ut lika många gånger som antalet veckodagar. Därtill kan ämnesalternativen en viss timme reduceras av lokalrestriktioner och av lärarnas tidsrestriktioner. Slutligen finns omfattande bindningar i lektionsplaceringarna pga att samma lärare undervisar i flera olika klasser. Motsvarande bindningar gäller för de ämnesbundna lokalerna.

Det skulle bli mycket komplicerat, att via fortsatta kombinatoriska resonemang finna en minsta övre gräns för antalet schemalternativ. En sådan analys är även av underordnat intresse för den fortsatta diskussionen. Här ska bara slås fast att schemat byggs upp av ett stort antal inbördes relaterade beslut. Schemaalternativens mångfald granskas närmare i nästa exempel.

Exempel 2

=====

För att illustrera schemats variationsmöjligheter räcker det med en detaljanalys av en mindre del av ett totalt schema. Jag har valt ett exempel som omfattar utfallsmöjligheterna för en skoldag för enbart en klass i ett 6-parallelligt högstadieschema. Vidare har jag begränsat exemplet till att gälla utläggningen av ett på förhand givet antal ämnen, nämligen: Svenska, teckning (dubbeltimme), tillvalsblock, matematik, engelska, So-ämne och religion. Lunch skall placeras på antingen lektionsspass 4 eller 5. Exemplet handlar alltså helt enkelt om att utröna på hur många olika sätt skoldagen kan gestalta sig för en klass som skall ha dessa sju ämnen samt lunch utlagda inom en 9-timmarsram. Vidare antas att den aktuella schemadagen kan varieras helt utan bindningar av, eller till, schemat i övrigt. Detta innebär således den första $1/90$ ($1/18 \times 5$) av schemaläggningen avser en klass en dag med ett bestämt urval av ämnen utan tidsmässiga restriktioner för berörda lärare och lokaler.

De kombinatoriska möjligheterna att variera skoldagens utformning enligt de givna förutsättningarna framgår av följande resonemang.

Först bortser vi från lunchen och betraktar endast sekvensalternativen för de sju ämnena. Teckningen kan ligga som nummer 1 till 7 i ämnessekvensen. För varje placering av teckningen kan resterande ämne ordnas på $6! = 720$ olika sätt. När teckningen ligger som ämne nummer 1, 2, 5, 6 eller 7 kan lunchen läggas in på antingen lektionstimme 4 eller 5. Det totala sekvensantalet för dessa teckningsalternativ är $(2+2+2+2+2) \times 6! = 10 \times 6!$. När teckningen ligger som ämne nummer 4 (motsvarar timmarna 5 och 6), så kan lunchen bara ligga på timme 4. Med teckningen som ämne nummer 3 (motsvarar timmarna 3 och 4) kan lunchen bara ligga på timme 5. Den aktuella skoldagen kan sålunda utformas på $12 \times 6! = 8640$ olika sätt.

Betraktas en hel skoldag för en klass som den första 1/90 av schemat, så är den teoretiska variationspotentialen avsevärt större än de framräknade 8640 alternativen. Initialt skall nämligen dagens 7-8 olika ämnen (antalet beror på förekomsten av dubbeltimmar) för en grundskoleklass väljas bland 13-14 olika ämnen. Bland 14 möjliga ämnen kan 7 olika ämnen väljas på $14! / (14-7)! = 17.297.280$ olika sätt. Utan att gå in på detaljer om mer eller mindre lämpliga ämnessekvenser (exempelvis inte två övningsämnen intill varandra), och utan att behandla olika konstellationer av dubbeltimmar, avslutar jag detta exempel med ett par uppskattningar. Om det, lågt räknat, initialt går att välja ut ämnena till den första skoldagen för en klass på 10^6 olika sätt och varje sådan ämnesgruppering kan arrangeras till 5000 olika skoldagar, så kan denna enda skoldag, utgörande ca en procent av hela schemat, utformas på i storleksordningen 5×10^9 olika sätt.

De alternativa utformningarna av hela veckoschemat för en klass är naturligtvis avsevärt flera än alternativen för den enstaka dag som hittills analyserats. Det sker dock en avtrappning i antalet beslutsalternativ efterhand som klassens veckoschema fylls ut. Flertalet ämnen skall exempelvis inte läggas ut lika många gånger som schemat har veckodagar, dvs 5 gånger. Även om utfallsrummet successivt skulle halveras per schemadag och klass blir totalschemats läggningalternativ praktiskt sett överskådligt många i ett helt skolschema.

Hittills har schemakombinatoriken enbart avsett schemats slutliga utfallsrum, dvs alternativa slutresultat. Ett skolschema tillkommer dock inte som ett val inom det skisserade utfallsrummet. Schemaläggning är i stället en process där man successivt konstruerar, kontrollerar och utvärderar delar av det som slutligen blir ett av de potentiellt möjliga schemaalternativen. Det går således att komma fram till visst schema på flera olika sätt. Jag begränsar mig här till att enbart se på de kombinatoriska möjligheterna att ta schemats ämnesbeslut i olika ordningsföljd.

Den tidigare omnämnda skoldagen kunde utformas på 8640 olika sätt. För varje alternativ måste 8 beslut fattas, ett för varje ämne och ett för lunchen. I fortsättningen bortses från att

lunchens placering direkt läses vid två av teckningens placeringar. Totalt kan de 8 besluten tas i $8! = 40320$ olika beslutsföljder. I exemplet kan alltså beslutsföljden varieras på 40320 olika sätt för vart och ett av de 8640 olika slutresultaten. Varje beslutsföljd kan resultera i vart och ett av slutresultaten. Beslutsföljd i kombination med beslutsinnehåll kan sålunda varieras på $8640 \times 40320 = 348.364.800$ olika sätt, detta enbart för en dag och en klass med ett givet antal ämnen.

Exempel 3

=====

I detta exempel illustreras schemats totala beslutssituation med data från en reell 6-parallellig högstadieskola. Enligt skolans dokumenterade schemaförutsättningar, vilka användes vid datorläggningen av schemat, gäller följande. Det krävs 459 beslut om placeringar på schemat. Ett beslut kan här omfatta ett ämne för en klass, parallellläggning över 2-3 klasser, tillvalsblock över en hel årskurs, dubbeltimme eller trippeltimme. Antalet unika beslut med avseende på kombinationen ämne-klass-lärare-lokal blir dock lägre, 193 st, eftersom flertalet ämnen ska läggas ut mer än en gång per klass. Utläggningen av exempelvis 4 enkeltimmar svenska i en klass utgör 4 beslut i summan 459 men bara ett beslut i summan 193. För varje beslut finns det i medeltal 39 alternativa placeringar. Det första schema-beslutet kan således ge ca 7.500 ($193 \times 39 = 7527$) olika utfall. Reduktionen av potentiella läggningssalternativ efter den första utläggningen är försumbar i det här sammanhanget. Även det andra läggningsbeslutet har således ett utfallsrum på ca 7.500 alternativ. Enbart de två första läggningsbesluten i detta reella exempel kan alltså kombineras på mer än 50 milj. olika sätt.

I praktiken består schemaläggningen inte av slumpmässiga eller godtyckliga val bland oöverskådligt många alternativ. När det börjar bli relativt välbesatt i schemat (75-80 % av lektionerna placerade) uppträder olika svårigheter. Ett ämne kan exempelvis helt sakna placeringsalternativ. Detta inträffar när berörda klasser, lärare och lokaler inte längre har kvar någon sammanfallande lektionsfri schemaposition. Vidare kan möjliga placeringsalternativ, i pedagogiska eller andra avseenden, visa sig vara mer eller mindre oacceptabla. När schemaläggningen sålunda kommer in i återvändsgränder, vilket den regelmässigt gör på alla skolor, måste förut fattade beslut rivas upp och nya kombinationer prövas.

2.2.3 Beslut om en framtida verksamhet

Skolans veckoschema utgör en fast ram för skolarbetet under en termin eller ett helt läsår. Utan en sådan ram skulle koordineringen mellan ämnen, klasser, lärare och lokaler inte fungera på en skola. Eftersom schemat i detalj rutar in arbetsveckan för ett stort antal individer, så kan schemats utformning påverka trivsel och motivation. Detta är i sin tur väsentliga fak-

torer för skolans realisering av läroplanens allmänna mål. Utan att ta upp en diskussion av målen för skolans utbildande, fostrande och sociala verksamhet ser jag schemat som en tids- och rumsmässig plan för skolenhetens realisering av läroplanens allmänna mål. Skolöverstyrelsen har härvidlag markerat följande riktlinjer.

Dags- och veckoschemats utformning har stor betydelse när det gäller att realisera de mål läroplanen uppställer för skolans arbete. Möjligheterna att välja olika verksamhetsformer är också beroende av schemats utformning. Den tekniska utläggningen av de olika arbetspassen skall således spegla mål och verksamhetsformer.

(Lgr 69, supplement II, Planering, p 11)

Schemaläggningen bidrar till uppfyllandet av skolans övergripande mål via utformningen av en arbetsplan, som dels tillgodoser kvantitativa krav och dels uppfyller individuella och pedagogiska kvalitetsönskemål. Schemat måste anvisa en sådan samordning av tider, lärarinsatser och materiella resurser, att eleverna får den undervisning timplanen föreskriver. Enbart dessa timplanskrav gör schemaläggningen till en krävande planeringsuppgift. Planeringssvårigheterna tilltar därefter i den takt olika kvalitetsönskemål ska tillgodoses.

2.2.4 Satisfierande planeringslösning

Schemaläggningens satisfierande inriktning beror på två olika men samverkande förhållanden, nämligen schemats tidigare diskuterade och oöverblickbara kombinatorik och de ofta oförenliga schemaönskemålen. Den kombinatoriska komplexiteten och gränserna för schemats utfallsrum kommenteras inte ytterligare här.

Motstridigheter bland schemakraven kan ur principiell läggningssynpunkt indelas i definitiva och temporära inkonsistenser. En definitiv inkonsistens råder när minst två krav inte samtidigt kan uppfyllas för något alternativ i schemats utfallsrum. Temporära inkonsistenser uppträder när det är gjorda utläggningar, och inte kraven i sig, som gör att ett ämne inte längre kan placeras i schemat.

Ett trivialt exempel på en definitiv inkonsistens är följande. En lärare med halv tjänst kräver en schemafri dag i veckan. Samma lärare ska enligt tjänstefördelningen undervisa i ett ämne, som ska läggas ut samtliga fem veckodagar. Definitiva inkonsistenser kan givetvis vara av betydligt mer invecklad natur och omfatta flera olika krav. En definitiv inkonsistens måste elimineras för att schemat ska kunna läggas. Det finns sällan endast en, eller en entydigt bästa, korrigering av de krav som bildar en olöslig schemasituation. En heltäckande och detaljerad analys av alternativa kravmodifieringar innebär nya och svåröverskådliga kombinationsmöjligheter. De definitivt inkonsistenta schemaknutarna måste, efterhand som de uppdagas, lösas via successiva och satisfierande utläggningar.

När det börjar bli 'trångt' på schemat, dvs i läggningens slutfas, kan en omläggning av ett schemaparti, exempelvis skolans gymnastikschema, te sig både tids- och arbetsmässigt omöjligt. Temporära inkonsistenser måste då istället klaras via modifieringar av kraven, eventuellt i kombination med smärre rokader på schemat. Ett ständigt korrigerande så fort ett initialt krav inte längre kan uppfyllas är en praktisk omöjlighet. För det första är det omöjligt, att ständigt överblicka schemats alla detaljer så att tendenser till, eller just uppkomna, temporära inkonsistenser omgående kan åtgärdas. För det andra skulle en kontinuerlig korrigerande av läggningen resultera i en ändlös schemaläggningsprocess. Varje revidering av det som redan lagts kan initiera nya och oförutsedda inkonsistenser.

När temporära inkonsistenser, av praktiska och tidsmässiga skäl, inte kan klaras via revideringar i schemat måste kraven modifieras och prioriteras. Elimineringar av schemats inkonsistenser, såväl definitiva som temporära, baseras inte enbart på en angelägenhetsgradering av kraven. Den faktiska upplösningen av en inkonsistent läggningssituation påverkas även av det partiella schemaläge som råder och av de lösningsalternativ som prövas. Schemaplaneringens satisfierande natur är alltså förknippad med ett successivt ställningstagande i komplexa prioriteringsfrågor.

2.3 SCHEMALÄGGARENS ARBETSSITUATION

Den sparsamma litteraturen om skolschemaläggning behandlar huvudsakligen generella kombinationslösningar utifrån tänkta och delvis idealiserade förutsättningar. I olika handboksframställningar ges principförslag grundade på timplanernas förutsättningar, se Skolöverstyrelsen (1969), Eriksson och Hamber (1973), Brookes (1980). Den inte minst personellt särpräglade situationen för en skolas schemaläggning kan svårligen hanteras i allmänna handbokstermer. Utgående från schemaläggarens situation, och inte som vanligt är från själva schemat, ska jag belysa en rad förhållanden, som dels kompletterar handbokslitteraturen och dels bildar en väsentlig bakgrund för kommande kapitel.

2.3.1 Tjänsteformalia

För svensk schemaläggning gäller i korthet följande formella organisation. Det ingår i studierektorns uppgifter att lägga schemat. Efter MBL-överläggningar med de fackliga representanterna är det rektorn som fastställer schemat. Fackorganisationerna har möjlighet att kräva centrala förhandlingar om schemafrågorna inte kan lösas på det lokala planet. I Danmark gäller formellt att skolans rektor (skoleinspektören) ansvarar för att skolan får ett schema, vilket behandlas i lärarrådet (skolans lärare) och fastställas av skolnämnden (5-7 kommunalt valda medlemmar samt skolans rektor och lärarrepresentanter).

De formella bestämmelserna säger inget om hur verksamheten rent praktiskt ska tillgå. I såväl Sverige som Danmark förekommer det att tre olika personalkategorier deltar i schemaläggningen. Dessa är skolans rektor, studierektor (viceinspektör i Danmark) och en schemaläggande lärare. Såvitt bekant finns ingen statistik som anger hur schemalägningsarbetet totalt sett fördelas mellan dessa tre kategorier.

Eftersom rektorsposten är förknippad med det överordnade schemansvaret, så är det för många rektorer naturligt att även ta del i själva läggningen av schemat. Under sin förutvarande skoladministrativa karriär har rektorn som regel erfarenhet från schemaläggning. Om han härvid har blivit 'biten' av schemalägningshantverket kan schemat framstå som en årlig utmaning han inte vill släppa. Studierektorn kan inte på formella grunder avsäga sig schemalägningsjobbet. Däremot kan han via mer eller mindre informella kontakter skaffa sig medhjälpare. Om rektorn av olika anledningar inte tar sig an schemaläggningen, och om studierektorn inte vill ta på sig hela bördan, så kan en villig lärare engageras som schemaläggare. Erfarenheter från schemaläggning är en merit för lärare som söker administrativa befattningar. När två personer deltar i lägningsprocessen får man snabbare och säkrare kontroller av schemats innehåll, exempelvis kontroller av dubbelbokningar i lokaler. Ibland deltar även skolans kanslipersonal i den slutliga kontrollen av schemat.

I den fortsatta beskrivningen av schemalägningsprocessen beaktas inte schemaläggarens formella ställning som rektor, studierektor eller lärare. Den datorbaserade schemaläggningens problem kommer nämligen inte att studeras med personalformalia som utgångspunkt. Vidare finns det inte anledning att närmare beakta om en eller flera personer deltar i schemaläggningen. Däremot finner jag det motiverat att framhålla andra förhållanden som präglar schemaläggarens arbetssituation, detta oavsett dennes formella status och oavsett om schemat läggs av en eller flera personer.

2.3.2 Personliga och sociala relationer

Schemaläggningen sker i en ständigt föränderlig planeringsmiljö. Alla kvantitativa förutsättningar, exempelvis tjänstefördelningen, utformas och dokumenteras på nytt inför varje läsår. En rad kvalitativa förutsättningar ändras också men dessa finns i ringa utsträckning dokumenterade. Jag tänker här främst på de sociala relationsmönster, som under ständig förändring, formas inom en skolas lärarkår.

De sociala dominans- och koalitionsrelationerna mellan individerna på en skola skrivs aldrig ner, omtalas sällan i klartext, men utgör tveklöst en realitet, som schemaläggaren måste beakta. En schemafri förmiddag för en lärare måste kanske, helt frånsett de schematekniska omständigheterna, kombineras med minst samma favör för en annan lärare. Schemaplaneringen kan alltså inte enbart baseras på skriftliga eller kvantitativa

förutsättningar. Den framgångsrike schemaläggaren måste även känna, och i viss mån känna för, de individer vars arbetsvecka han planerar.

En schemaläggare har mycket drastiskt beskrivit för mig hur hans första schemasäsong, på en för honom ny skola, blev en verkligt hård prövning. Han hade endast dokumenterade schema-förutsättningar att utgå ifrån. Eftersom han under sommaren inte kom i kontakt med lärarkåren, så blev lärarnas önskemål efterhand prioriterade och modifierade i de schemakombinatoriska lösningar han utformade. Lärarnas våldsamma kritik vid terminstarten visade, dock alltför sent för schemaläggaren, att schemat bröt mot många av skolans allmänt vedertagna men oskrivna schematraditioner. Efter ett år på skolan var schemaläggaren avsevärt bättre rustad inför sin andra schemasäsong. Han kunde då tolka tonfall och antydningar samt urskilja ultimativa ställningstaganden i den förberedande schemadiskussionen.

Trots att schemat varje läsår görs om från grunden förekommer kopplinar mellan olika scheman. En lärare eller klass som i något avseende har fått en dålig schemalösning ett år kan resa kompensationskrav inför nästa års schema. Schemaläggaren kan här ställas inför mycket svåra avgöranden om exempelvis elevval eller tjänstefördelning förhindrar tillgodoseendet av ett i sig rimligt kompensationskrav.

Schemat utgör inte bara en operativ plan för skolans dagliga arbete. Det kan även vara ett 'slagträ' vid ev konfrontationer mellan schemaläggaren och lärarna och mellan lärarna inbördes. Som tidigare framhållits har lärarna möjligheter att framföra önskemål om schemats utformning. Dessa önskemål är till stora delar individuellt betonade och kan tillsammans utgöra en ytterst komplicerad önskelista. Schemaläggaren måste dels väga olika önskemål mot varandra och dels utvärdera de praktiska och kombinatoriska möjligheterna att kunna realisera dem. Den erfarna och 'starke' schemaläggaren kan i stor utsträckning snabbt sälla bort oväsentliga och orealistiska inslag på lärarnas önskelista. Han kan göra detta inte bara på basis av sin schematekniska erfarenhet utan även utifrån sin personkännedom och sin förhandsbedömning av reaktioner på icke uppfyllda krav. Den 'veke' och tillmötesgående schemaläggaren kan snabbt duka under i de kombinatoriska labyrintherna om han okritiskt ger sig på att försöka tillfredsställa alla önskemål.

Relationerna mellan schemaläggaren och lärarna följer i grova drag ett cykliskt mönster på årsbasis. Redan i början av vårterminen lämnar lärarna sina önskemål. Därefter utarbetas schemat ofta utan direkt inblick från lärarhåll. När det nya schemat presenteras i slutet av vårterminen, eller under sommaren, kan lärarna granska sin kommande arbetsordning. Några rader ur Hugo Swenssons 1930-talsskildring "Hjalmar Willen och hans klass" kan alltså tas som en sammanfattande och tillspetsad karakteristik av lärarsidans inställning till schemat och dess konstruktör.

.... schemat, denna arbetets hävstång när det är uppgjort av ett redigt huvud, denna källa till vantrevnad och leda, när en klåpare har smort ihop det.

(Swensson, 1937, p 83)

Diskussionerna, studtals konfrontationerna, om schemats utformning kulminerar som regel när schemaläggarens förslag ligger ute på remiss. Ibland måste schemaläggaren av ren självbevarelse-drift säga nej till ändringskrav som ensidigt handlar om förbättringar för en viss lärare. Enligt sin ofta slitsamt förvärvade erfarenhet om schemats kombinatorik vet han, att även en till synes blygsam ändring i det färdiga schemat kan leda till komplicerade och tidskrävande kedjereaktioner. En ändring kan medföra ändringar för andra lärare, ev ledande till nya krav på ändringar, osv. Det är därför inte ovanligt, att schemaläggaren parerar ensidiga ändringskrav med frågan om hur schemat i sin helhet ska korrigeras. Allmänna schemapedagogiska principer kan utsätts för hård prövning när schemaändringar diskuteras. Det är sålunda inte alla gånger givet vad utfallet blir när exempelvis alternativet "två språk efter varandra för elever" ställs mot alternativet "lektionsfri eftermiddag för lärare".

2.3.3 Tidspress

För många schemaläggare blir schemat något av en årligen återkommande 'semestersabotör', som hindrar normal sommarsemester. Placeringen och omfattningen av schemaläggningens kalendertid kan bero på händelser utanför schemaläggarens kontroll. Uppsägningar och tjänstledigheter på lärarsidan liksom ändringar i elevantalet kan kräva omläggningar av större eller mindre delar av schemat. Schemaläggarens egen kvalitetsambition avgör hur länge han vill/orkar laborera med olika kombinatoriska lösningsmöjligheter.

Tidsåtgången för att lägga schemat kan vara svår att uppskatta på förhand. De riktigt svårlösta kombinatoriska knutarna uppdragas eller bildas många gånger först under utläggningsarbetet. Eftersom det inte finns några klara regler för när schemat är kvalitetsmässigt färdigt, så blir det till stor del schemaläggarens ambitionsnivå, som avgör när arbetet ska avslutas. Det kan därför hända, att schemaläggaren ställs inför valet mellan egen sommarsemester eller fortsatt kvalitetsputsande på schemat. En lösning på schema/semester-konflikten har i många fall blivit att schemaläggarens sommarbostad blivit skolans schema-verkstad. Det är givetvis individuellt betingat hur schemaläggaren lyckas kombinera ledighet och schemaläggning. Hernqvist påpekar härvidlag följande.

För egen del har jag ansett bäst att taga någon semester före schemaarbetets början. Glömmer man man semester, tills schemat är färdigt, är fara värt, att den inte kommer att kunna uttagas!

(Hernqvist, 1951, p 57)

Även sedan schemat uppfyller de kvalitetsmässiga kraven kan kontrollaspekten förorsaka schemaläggaren mycket arbete och ständig oro ända fram till terminsstarten. Har alla timmar för lärare och elever kommit med på schemat? Är där garanterat inte någon dubbelbokning av lokaler? Schemaläggarens mardrömmar, i den utsträckning han har några, handlar om att han kan ha gjort allvarliga missar, som upptäcks först när skolan börjar arbeta efter det nya schemat. I schemaläggandets muntliga berättartradition finns det exempel på hur scheman i större eller mindre utsträckning har strandat, eller i sällsynta fall rent av totalhavererat, under läsårets första arbetsvecka. Schemaläggarens oro för att schemat i värsta fall kan leda till en tombo-laartad terminsstart kan aldrig helt övervinnas genom förhandskontroller. Delacour (1971) beskriver en konkret, men till synes svårhanterlig, procedur för hur man på vissa engelska skolor kontrollerar schemats funktionsduglighet. Innan terminen startar använder skolans lärare och elever en dag för att simulera hela veckoschemat. Varje lektion motsvaras av ett 5-minutersintervall och mellan schemats dagar ligger något längre pauser. Avsikten med schemasimuleringen är att man med lärarnas och elevernas fysiska närvaro ska upptäcka eventuella lokal- och förflyttningsproblem. Äldre elever är utposterade på strategiska platser i skolan med uppgift att hålla schemasimuleringen igång. Om simuleringen skulle haka upp sig, så kan man starta om från tidigare bestämda återstartspunkter. Alla observerade schemamissar noteras fortlöpande av lärarna.

2.3.4 Tradition med lokal och individuell särprägel

Trots att skolan har förändrats kraftigt under senare årtionden, så verkar schemaläggarens arbetssituation inte ha förändrats i någon nämnvärd utsträckning. Grundad på 31 års egen praktisk erfarenhet beskriver Hernqvist (1951) en arbetssituation, som i princip gäller även idag. Visserligen har ändrade timplaner och exempelvis införandet av fria lördagar gjort att ett 1940-talsschema klart avviker från nu aktuella scheman. Kraven och önskemålen på schemats utformning, liksom läggningsarbetets art och omfattning, förefaller vara principiellt oförändrade. Sålunda har exempelvis schemats helganpassningen med om möjligt lektionsfri lördagseftermiddag nu ersatts av motsvarande problemställningar för fredagens sista lektioner.

På många skolor har jag funnit en muntlig tradition som berättar om schemaläggarens vardag, hans glädjeämnen och bekymmer samt lärarnas reaktionerna på olika schemaförslag. Det rör sig här ofta om episoder, vilka för den utomstående kan förefalla kuriosabetonade men som för de inblandade kan vara högst betydelsefulla. Exempelvis kan det ur lokalreparationssynpunkt vara alltför kostsamt att placera vissa elevgrupper, eventuellt i kombination med viss lärare, i känsliga lokaler. Status och traditionsbundna lärarönskemål om lektionstidens placering kan framstå som nära nog absoluta krav för schemaläggaren.

Schemaläggarens inställning till sin uppgift kan variera från 'hobbyläggarens' positiva attityd till 'läggningsträlens' re-

signation. 'Hobbyläggaren' arbetar inte bara för att få schemat till att gå ihop. Han finner dessutom en personlig tillfredsställelse i att få schemat till att gå ihop med finesse. Likt en inbiten schackspelare fascineras han av listiga drag och smarta kombinationer, vilka det ibland kan ta både dagar och nätter att finna. 'Läggningsträlen' sitter däremot både kombinatoriskt och tidsmässigt insnärjd i schemat. Läggningen av schemat är en tung börda som han av exempelvis pliktkänsla, prestige eller brist på ersättare inte kan göra sig fri från.

För att kunna utarbeta ett skolschema med alla dess tusentals detaljer krävs det utöver lokal förankring på skolan även en kompromisslös noggrannhet. Därtill måste den framgångsrike schemaläggaren vara nära nog besatt av en envis strävan att övervinna schemats kombinatoriska svårigheter. Hernqvist ger utifrån sin mångåriga erfarenhet som schemaläggare följande hurtfriska råd till nybörjaren.

En nybörjare bör ej ge upp utan blott arbeta vidare: Lyckas men göra det bättre, blir man tillfredsställd, men spännande är det många gånger att se, om en förbättring går att genomföra.

(Hernqvist, 1951, p 57)

Vid läggningen av schemat tillämpas olika strategiska principer. Enlighet med de allmänna riktlinjerna hos Eriksson och Hamber (1973) placeras de ämnen först, som täcker stora delar i schemat och därför skulle vara besvärliga att få in när det börjar bli fullt i schemat. Exempel på sådana 'tunga' ämnen är tillvalsblocken som ska ligga parallellt över en hel årskurs. En restriktiv lokalsituation för exempelvis gymnastik eller slöjd kan göra, att vissa lektioner har ytterst begränsade eller rentav givna placeringar i utgångsläget. Många schemaläggare föredrar att i en första omgång lägga schemat för klasser och lärare samt vissa ämnesspecifika lokaler. Därefter görs en lokalfördelning efter det lagda schemats behov. Jakobsen (1970) skisserar en läggningstrategi där man efter placeringen av de 'snäva' ämnena omväxlande utgår från klasser och från schema-positioner vid utläggningen av resterande ämnen.

Kriterierna för vad som är schematekniskt besvärliga lektioner är varken enkla eller entidiga. Schemaläggarens erfarenhet, intuition och yrkesskicklighet jämte skolans schemaförutsättningar har här stor betydelse. Oavsett vilka läggningss principer som tillämpas, så måste mer eller mindre omfattande ändringar göras av redan lagda lektioners placeringar för att schemat ska gå ihop. Den skicklige schemaläggarens kännetecken är att han har kontroll över dessa ändringar samt att han klarar sig med ett begränsat antal ändringar. Johannes Möllehave har i novellets form skildrat sin fars vedermodor med just ändringarna i schemat.

Han vågnede badet i sved. Det var midt om natten og vi sov uden at ane noget om hans bekymringer og han listede ind på sit kontor og der lå skitserne og han satte sig till at forsøge igen og gjode en utilfreds og ti desperate og 7 tilfredse og 14 ude af sig selv. Aldrig passede brikkerne.

(Möllerhave, 1979, p 123)

Schemaläggningen var något som enligt Möllerhave präglade hela familjens tillvaro och alla visade fadern speciell hänsyn under hans arbete med schemat. Novellen skildrar hur denne hårt prövade schemaläggare tvingades göra om hela sitt arbete sedan en familjemedlem av våda ödelagt det färdiga schemat.

Nära nog varje schemaläggare med självaktning har funnit på något eget sätt att fysiskt åskådliggöra schemats komponenter. Schemaläggningens kuriosakabinett skulle kunna fyllas med ett stort antal varianter av liggande och hängande anordningar på vilka lappar, brickor, stift, nålar, pinnar och klossar placeras som symboler för ämne, klass, lärare och/eller lokaler. I ett raffinerat system har exempelvis tändstickor representerat pojkar och flickgruppsundervisning. Tändstickor med bibehållet svavelhuvud representerade den ena könsgruppen och stickor med avklippt huvud den andra gruppen. För att schemadiskussionen här inte ska leda över i en könsrollsdisussion avslöjar jag inte vilken grupp som symboliserades huvudlös.

Under senare år har industriellt tillverkade planeringstavlor fått en ökad användning som schemalägningsverktyg. Genom sina olika markeringsmoment har dessa tavlor sparat tid och bidragit till bättre överblickbarhet och större säkerhet i schemalägningsarbetet. I samband med den allmänna men jämförelsevis långsamma datoriseringstakten inom skoladministrationen har det även tagits fram system för registrering av schemat, se exempelvis Bratt, Frykevall och Janson (1977). Vid användningen av hjälpmedel som tavlor och registrerade datorsystem, är det schemaläggaren som explicit fattar, och måste fatta, alla beslut om schemats utformning. Ett schemakonstruerande datorprogram är i jämförelse härmed ett principiellt annat slags hjälpmedel eftersom ett sådant program lägger schemat enligt skolans formulerade krav och önskemål. I nästa kapitel görs en litteraturoversikt om datoriserad schemaläggning.

2.4 SUMMERING

I enlighet med Ackoff's generella planeringskaraktäristik utgör schemaläggningen en satisfierande planeringsprocess. Schemat byggs upp av en mängd interrelaterade beslut, vilka siktar mot ett gynnsamt genomförande av en framtida verksamhet. Schemaläggningen är en operativ planering med klara särdrag. Trots resursplaneringens fastlagda ramar har schemaplaneringen oöverblickbart många handlingsalternativ. Schemat täcker skolans dominerande verksamhet, dvs undervisningen. Planeringsperioden är visserligen kort, en vecka, men schemat har ändå upp till ett läsårs giltighet. Schemaplaneringen avgör var och när olika

slag av ämnesrubricerad undervisning ska förekomma, dock utan detaljstyrning av när olika kursmoment ska tas upp. Schemaläggningen innebär en omfattande kombinatorisk problemlösning som kräver erfarenhet av olika schemautformningars effekter. Schemat utgör en samling tids- och rumsbundna handlingsregler som samordnar skolenhetens verksamhet och dess resursutnyttjande.

Schemaläggaren har att tolka och prioritera en rad pedagogiska och individuella krav. Sammanjämkningen av dessa krav, med ett samtidigt beaktande av timplanens och tjänstefördelningens direktiv och skolans lokalresurser, är en komplicerad planeringsuppgift. Att lägga ett skolschema kräver stort tålamod och ingående kännedom om förhållandena på den enskilda skolenheten.

3 DATORISERAD SCHEMALÄGGNING - EN LITTERATUROVERSIKT

3.1 INLEDNING

Vid 1960-talets början fick datorerna en prestanda, som möjliggjorde en maskinell bearbetning av problemställningar av schemaläggningens omfattning och komplexitet. Schemaläggande datorprogram blev då en utmaning för många program- och algoritmkonstruktörer. I en världsomspännande sammanställning redovisar Gotlieb (1963a) inte mindre än 108 "Working groups interested in construction of time-tables on computers". Utbudet av speciallitteratur markerar ett alltjämt bestående forskningsintresse för datoriserad schemaläggning.

Publicerade resultat angående olika lösningstekniska ansatser har sammanfattats i ett antal större och avhandlingsinriktade arbeten, se Hansen (1957), Michalsen (1970), Marqvardsen (1973), Leue (1974) och Bosler & Frangos (1974). Under senare år har jag inte funnit några publicerade lösningsförslag, som markant skiljer sig från de huvudprinciper, som återges i dessa sammanfattningar. Marginella förändringar av tidigare kända tekniker har gjorts av exempelvis Johnston & Hoare (1975) angående lokalisering av icke brukbara läggningssalternativ i binära matriser och av de Gans (1979) angående utformningen av heuristiska regler för läggningsbeslut.

Kännesinriktningen i denna rapport motiverar inte någon detaljerad redovisning av hur datorschemaläggningen har tacklats i matematiskt och programtekniskt hänseende. För sammanhållning skall skissera jag enbart huvudprinciperna i de olika lösningstekniker som använts. Därefter sammanfattas litteraturens sporadiska behandling av praktiska tillämpningserfarenheter i samband med datoriserad schemaläggning. I kapitel 4 redovisar jag några lösningstekniska detaljer i anslutning till min egen programutveckling.

3.2 LÖSNINGSTEKNIKER

Bosler & Frangos (1974) klassificerar 22 olika författare med hänsyn till deras tekniska lösningsansatser vid datoriserad schemaläggning. Ansatserna grupperas i tre slag av heuristiska och tre slag av algoritmiska lösningstekniker. De heuristiska ansatserna innebär i huvudsak en stegvis utläggning av schemat. Härvid går det inte att definitivt avgöra om ett uppställt problem har en komplett schemalösning, dvs alla lektioner utlagda med beaktande av alla restriktioner. En algoritmisk lös-

ningsansats kan däremot i princip garantera en komplett lösning eller bevisa dess omöjlighet.

När det gäller algoritmisk schemaläggning finner Bosler & Frangos, att explicit enumeration, dvs genomsökning av samtliga läggningssmöjligheter, inte har befunnits vara ett realistiskt förfarande. Antalet kombinationsmöjligheter är helt enkelt för stort, jfr avsnitt 2.2.2. Det mest 'primitiva' heuristiska förfarandet med en utspridning av samtliga lektioner utan några rimlighetskontroller, men med omflyttningar för att schemat ska bli fullt, har heller inte praktiserats. Justeringsförfarandet framstår här inte bara som särdeles komplicerat utan dessutom som ändlöst. De olika lösningstekniker i Bosler & Frangos klassificeringen är inte varandra uteslutande. Teknikerna har i flera fall kombinerats i ett och samma datorprogram. I renodlad form kan de sex lösningsansatser karakteriseras på följande sätt.

Heuristiska tekniker =====

H1: Varje utläggning grundas på två avgöranden:

- a) Tumregelsbaserad viktning av resterande ämnes läggningssmässiga angelägenhetsgrad för bestämning av vilket ämne som ska läggas.
- b) Bestämning av var det enligt a) valda ämnet ska placeras för att bl a inte spolia den fortsatta läggningen.

H2: När den stegvisa utläggningen resulterar i ett kollisionssläge där två ämnen konkurrerar om samma position, så tillgrips omflyttningar på schemat.

H3: Det klassiska färgläggningsproblemet tillämpat på två elementmängder avseende exempelvis lärare och klasser. Kopplingar mellan element från dessa mängder motsvarar olika lektioner. Kopplingarna tilldelas ett minimalt antal färger med restriktionen att alla kopplingarna till ett element ska ha olika färg. Schemats lektionstillfälle motsvaras av färgerna.

Algoritmiska (analytiska) tekniker =====

A1: Mängdteoretiska kalkyler (boolesk algebra) för undersökning och fastställande av den kompletta schemalösningens existens.

A2: Matematisk programmering (linjär och icke-linjär).

A3: Grafteoretiska kalkyler.

En summering av klassificeringen hos Bosler & Frangos (1974) ger följande resultat:

Lösningsteknik: H1 H2 H3 A1 A2 A3

Antal författare: 10 8 1 8 4 2

Det är alltså huvudsakligen lösningsteknikerna H1, H2 och A1 som utnyttjats vid datoriserad schemaläggning. Dessa tekniker har också ofta kombinerats. Ur skandinavisk synvinkel kan ovannämnda sammanställning kompletteras med tre under 1970-talet aktuella utvecklingsprojekt, nämligen Michalsen (1970) som bygger upp en läggingsstrategi av H1-A1-typ, Marquardsen (1973) som kompletterar H1-A1-förfarandet med Monte Carlo-simuleringar samt det primärt H1-baserade lösningsförfarande jag själv utvecklat, se vidare kapitel 4.

Det omfattande utvecklings- och forskningsarbetet kring tekniska lösningsprinciper för datoriserad schemaläggning har inte resulterat i någon entydigt bästa eller definitiv lösning av schemaläggningens problem. Orsakerna härtill kan översiktligt sammanfattas i följande punkter, som flertalet författare tycks vara eniga om.

En helt analytisk och optimerande lösningsansats stöter på till synes oöverstigliga hinder när man ger sig på schemaproblem av reell storlek och komplexitet. Svårigheterna består bl a i den matematiska formuleringen av schemats målfunktion och restriktioner. Därtill blir det tids- och kostnadsmässigt kritiskt att köra en analytisk och optimerande schemaläggningsmodell. Även en heuristisk schemaläggningsmodell kan bli tids- och kostnadsmässigt kritisk trots att den inte kan garantera någon lösning. När det gäller frågan om man ska satsa på en analytisk eller en heuristisk modell så verkar de praktiska erfarenheterna samstämmigt peka mot att en kombination är att föredra. Hur en sådan kombination lämpligen eller rimligen bör se ut har diskuterats av Lions (1968).

Ett praktiskt brukbart schemaläggningssystem måste, enligt hittills kända resultat och erfarenheter, jfr Junginger (1979), i vissa avseenden fungera enligt heuristiska principer. Detta förhållande präglar inte bara systemets interna uppbyggnad utan även dess praktiska tillämpning, vilket Holz redan 1963 formulerade på följande sätt.

... it is apparent that scheduling programs will not be like programs which compute payrolls, print grade reports, or handle other standard data processing jobs. It should not be expected that data will go in and that complete schedule will come out.

(Holz, 1963, p4)

Härmed lämnar jag den i sig intressanta och komplexa lösnings-tekniska sidan av datoriserad schemaläggning. Litteraturgenomgången inriktas istället på tillämpningssidan.

3.3 TILLÄMPNINGASASPEKTER

Det har utvecklats många, om ej fulländade, så dock avancerade och användbara datorsystem för schemaläggning. Få system tycks emellertid ha kommit till mera omfattande och långvarig användning. Som huvudskäl härför anför Junginger (1979), utan närmare precisering, dels systemens krav på administrativt arbete och dels behovet av att anpassa systemen till förändringar i skolsituationen. Dessa och andra likaledes generellt välkända och väsentliga aspekter vid användningen av datorsystem, exempelvis pris, service och prestanda ska inte kommenteras närmare här. Enligt bakgrundsbeskrivning och problempreciseringen i kapitel 1 granskas istället vilka föresatser, begränsningar, antaganden, förhoppningar och erfarenheter som litteraturen redovisar kring datoriserad schemaläggningen, speciellt frågor kring systemanvändarens situation.

De genomgående sparsamma kommentarer som står att finna kring tillämpningsproblematiken har oftast karaktären av randanmärkningar i inledningen eller avslutningen till en lösningsteknisk framställning. Det bör därför klargöras att jag, via en kanske till synes illvillig vinkling, här inte avser att kritisera någon enskild författares modelltekniska utvecklingsarbete. Min primära avsikt är i stället att klargöra, att den praktiska modelltillämpningen i stora stycken är förbisedd och bristfälligt behandlad i litteraturen om datoriserad schemaläggning. I det följande tar jag bara upp författare som direkt knyter an till tillämpningssidan. Härigenom kommer en rad tekniskt avancerade verk att lämnas utanför redovisningen.

En självklar avsikt med datoriserad schemaläggning är att datorn ska ta över manuella arbetsuppgifter såsom kontroll, läggning, redigering och utskrift av schemat. Här är det dock bara läggningen som är av primärt intresse. Övriga uppgifter är jämförelsevis enklare och består av traditionell administrativ databehandling. De författare som i praktiskt hänseende har sett närmare på möjligheterna och begränsningarna för datoriserad läggning av schemat har som regel föreslagit ett maskin-samspel, se Michalsen (1970), Bosler & Frangos (1974), Helmersson (1975), Barwig m fl (1976 b). På grund av de heuristiska inslagen i lösningsteknikerna kan det maskinellt lagda schemat inte förväntas vara komplett och uppfylla alla krav och önskemål, jfr föregående avsnitt om läggningstekniker. De praktiska konsekvenserna av dessa förhållanden blir en manuell granskning och justering av det maskinellt producerade resultatet. Denna inställning delas dock inte av alla författare.

Berge (1969) hävdar att en fullständig matematisk lösning av schemaproblematiken är omöjligt. Utifrån sin kategoriska uppfattning, att det endast skulle kunna finnas antingen renodlat manuell eller fullkomlig maskinell schemaläggning så anser Berge, att datoriserad schemaläggning är en praktiskt och principiellt helt befängd tanke.

I ett svenskt statligt utvecklingsprojektet för datoriserad schemaläggning vid mitten av 1960-talet fann man det otillfredsställande med manuella justeringar av heuristiskt lagda

datorscheman, Greko (1965). Arbetet inriktades därför på ett algoritmiskt lösningsförfarande, som siktade mot kompletta och direkt användbara datorscheman. Man lyckades dock aldrig realisera dessa ambitioner. De lösningstekniska vanskligheterna samt de ständiga skolreformerna, med åtföljande krav på modifieringar av modellkonstruktionen, ledde till att utvecklingen avbröts.

Marquardsen (1971, 1973) anger som mål för sitt utvecklingsarbete ett schemaläggande datorsystem, som enligt givna förutsättningar (sammanställda av skolans sekreterare) producerar helt färdiga scheman. Utan manuella ingrepp ska dessa maskinproducerade scheman, såväl pris- som kvalitetsmässigt, kunna konkurrera med manuellt lagda scheman. Med dylika ambitioner finner jag det föga förvånande att måluppfyllelsen ännu inte kunnat tillkännages.

Hansen (1976) uttrycker i sitt uteslutande tekniskt inriktade examensarbete en förmodan om att ett schemaläggningssystem

... isaer vil vaere relevant, hvor skolelederen på grund af sygdom, fravaer, andre pligter, ingen erfaring og utilstrækkeligt kendskab til skolen, ikke er i stand til at udfærdige et skema.

(Hansen, 1967, p 10.2)

Miljöbeskrivningen i föregående kapitel, och de resultat som framfäggas i senare kapitel, ger inte stöd för Hansens förmodan. I de angivna situationerna ser jag det istället som direkt ödesdigert att låta datorn ersätta schemaläggaren.

Jag skall härnäst ta upp några kommentarer kring den datoriserade schemaläggningens produktion av beslutsunderlag. Med terminologi enligt Leue (1973) utgår man i litteraturen mer eller mindre outtalat från ett "Realproblem" som avbildas och formuleras i ett "Formalproblem". Skolans faktiska schemaproblem i hela dess vidd utgör realproblemet. I den schemaläggande modellen gestaltas formalproblemet. Det är här intressant att se lite närmare på dels omständigheterna kring formalproblemets formulering och dels det praktiska utnyttjandet av modellens resultat som beslutsunderlag.

I litteraturen förefaller det vara ett givet och därför inte diskuterat faktum att formalproblemet visserligen har sin grund i realproblematiken men att dess form väsentligen ges av matematiskt-logiska och lösningstekniska begränsningar. När det gäller utnyttjandet av formalproblemets lösning, dvs den formella modellens resultat, som ett beslutsunderlag påpekar Leue att detta "liegen allein in den Hände des Entscheidungsträgers", Leue (1973), p 2. I litteraturen förs ingen diskussion om utnyttjandet av ett sådant beslutsunderlag. Enlighet preciseringen i figur 1.1 är det bl a ett sådant utnyttjande jag kommer att diskutera i senare kapitel.

Eftersom schemaläggande datorsystem undantagslöst har utvecklats med sikte på massanvändning inom exempelvis ett helt land, så har den systemanvändande skolan erbjudits en generell och

'färdig' form för lösningen av sina realproblem, jfr Balls (1978). Michalsen påpekar härvid följande.

The "external" formalization of the scheduling problem defines which part of the scheduling will be done by the school, and which function will be taken over by the program.

(Michalsen, 1970, p 6)

Den formella problemrepresentationen som varje enskilt system erbjuder (kräver av) den schemaläggande skolan är i detalj utmejslad i olika handboksmässiga användardokumentationer, se exempelvis Michalsen (1971), Gruber & Petters (1974), Kommundata AB (1974), Barwig m fl (1976 a), Kommunedata I/S (1978). Det skulle föra för långt, att här ta upp detaljer, exempelvis inputblanketternas möjligheter och begränsningar, då det gäller olika systems hantering av formalproblemet.

Utbildningen av dem som ska använda ett datoriserat schemaläggningssystem har inte ägnats något större utrymme i litteraturen. Michalsen (1971) redovisar erfarenheten att det visat sig vara relativt enkelt, att lära sig hur schemadata ska ställas upp. Däremot har det varit svårt för systemanvändarna, att ge innehållsmässigt konsistenta förutsättningar till den datoriserade läggningen, se Berghuis, van der Heiden & Bakker (1964), Michalsen (1971), Delacour (1971). Michalsen (1971) framhåller erfarenheter och resultat från tidigare manuell läggning som rättesnören för vad som kan krävas i förutsättningarna till en datorläggning. Delacour (1971) säger att en systemanvändare under prepareringen av inputdata

... will need to be absolutely clear in his mind about every aspect of the timetable in a more complete way than hitherto.

(Delacour, 1971, p 126)

Systemanvändarnas svårigheterna att prestera fullständiga och rimliga schemaförutsättningar har även tagits upp av Dempster, Letbridge & Ulph (1975) utifrån i första hand brittiska erfarenheter. Systemutvecklingarna under 1960-talets första hälft klassificerar dessa författare som första generationens system. Det förutsattes här en fullständig kravlista från rektorernas sida som underlag för datorläggningen. De närmast laboriemässiga experiment som utfördes med dessa system kunde inte omställas i praktiska resultat för brittiska skolor. Andra generationens system kunde i o m 1960-talets senare del producera användbara resultat, dock fortfarande via satsvis bearbetning av de samlade schemaförutsättningarna. Dessa framgångar förklaras dels av bättre heuristiker och dels av kraftfullare maskiner. Under benämningen "the third generation approach" förordar författarna en interaktiv bearbetning via terminal sedan de konstaterat att rektorn/schemaläggaren varken kan eller vill presentera alla schemakraven på en gång. Den interaktiva bearbetningen rör uteslutande tjänstefördelningens utformning och en allmän uppsnabbning av kommunikationen mellan skola och dator.

Vid sidan av svårigheterna med konsistenta förutsättningar till datorläggningen ger Lions en antydan om ett annat slags inkodningssvårigheter.

Traditionally the timetable has been a vehicle for a principal to express much of his own philosophy on school organization, and the significance of this should not be underrated.

(Lions, 1967/68, p 20)

Lions delar in schemakraven i de två huvudgrupperna, "formal" och "aesthetic". De formella kraven, exempelvis dubbeltimmar i vissa ämnen, kan uttryckas entydigt och utan förbehåll. De 'schemaestetiska' kraven grundas däremot på värderingar av, som Lions uttrycker det, relationer mellan olika lektioners placeringar i schemat. Detta senare slag av krav är svåra att uttrycka i generella termer, jfr avsnitt 2.2.4 och min diskussion om upplösningen av inkonsistenser under läggningen. Utan att gå in på det praktiska genomförandet menar Lions, att ett schema, och då underförstått även ett datorlagt sådant, måste uppfylla båda slagen av krav. Angående utfallet vid datoriserad schemaläggning i Canada säger Lions följande.

Thus, the severest criticism has come from a school for which the formal requirements presented no difficulty at all! The assessment of quality is both a matter of practical consequence and a difficult problem.

(Lions, 1967/68, p 20)

I detta citat har Lions mera i förbifarten pekat på den praktiska datorläggnings metodologiska, och utforskade, 'akilleshäl'. Hur får man fram ett formellt och estetiskt acceptabelt schema vid datorläggning när datorsystemet huvudsakligen bara kan hantera de formella kraven?

Vid datorläggning av schemat krävs det, precis som vid manuell läggning, att olika krav och önskemål vägs mot varandra. Michalsen (1970) menar att datorläggningen ger högst prioritet åt de generellt väsentligaste kraven. Vidare framhåller Michalsen (1971) fördelen med att datorn inte kan misstänkas favorisera någon vid sammanvägningen av lärarkraven. Marquardsen (1973) hävdar att man enbart via en maskinell läggning kan säkerställa en objektiv utformning av schemat. Uhleman (1970) framhåller datorns objektiva schemakonstruktion som en positiv faktor för lärarpersonalen. Enligt de här anförda källorna tillskrivs alltså den datoriserade schemaläggningen rättvis- och objektivitetsfördelar jämfört med manuell schemaläggning. Dessa antagna fördelar grundas uppenbarligen på tanken att datorn kan kalkylera fram en för lärarna rättvis och opartisk 'väg' genom den överblickbara schemakombinatoriken. Datorns program tillskrivs en funktion som schemademokratiskt redskap. Den formella demokratis begränsningar gör att ett datorsystem inte kan uppfylla en sådan funktion. I appendix 1 visar jag att schemats demokrati- och rättvisefrågor inte generellt kan lösas kalkylvägen. Den formella demokratis begränsade möjligheter att kunna hantera en sammanvägning av partskrav är känd

sedan länge men har såvitt mig bekant inte tidigare tagits upp i samband med schemaläggning.

Stahlknecht (1964) avslutar en översiktsartikel om datoriserad schemaläggning med följande rekommendationer.

Wer die Entwicklung auf dem Gebiet des elektronischen Rechnens und besonders die Bewältigung der von ihr aufgebrachten psychologischen Probleme aufmerksam verfolgt, kann auch für die elektronische Berechnung von Stundenplänen optimistisch in die Zukunft blicken.

(Stahlknecht, 1964, p 91)

Efter vad jag funnit i litteraturen är Stahlknecht ensam om att ha betonat psykologiska problemenställningar (dock utan närmare precisering), som väsentliga för den datoriserade schemaläggningens genomförande. I senare kapitel följer jag Stahlknechts rekommendation i så mening att jag tar upp generella kognitiva betingelser för en schemaläggares utnyttjande av en datorbaserad schemaläggningssystemmodell.

Efter genomgång av ett 60-tal böcker och artiklar i ämnet datoriserad schemaläggning har jag bara funnit ett fåtal metodorienterade kommentarer och inte någon empirisk undersökning som inriktats på tillämpningsfrågorna. Förklaringarna till detta ringa men på sitt sätt talande litteraturutbud tror jag kan förklaras på följande sätt.

Vid utvecklingen av ett datoriserat schemaläggningssystem kan man inte bortse från schemaläggningens kombinatoriska problematik. Av inte minst egen erfarenhet vet jag, att de programtekniska problemen är så omfattande, fascinerande och svårhanterliga, att de kräver ett intensivt och odelat engagemang. Tillämpningsfrågorna skjuts därför ganska naturligt på framtiden under utvecklingsarbetet.

Utvecklingen av datoriserade schemaläggningssystem har vanligtvis varit förlagd till matematiska eller tekniska universitetsinstitutioner. Projekten har här avrapporterats sedan systemen prövats i laboratoriemiljö och möjligen testats på ett fåtal realistiska exempel. Michalsen (1970) utgör här ett undantag och hänvisar till fem års praktisk systemtillämpning. Schemaläggningssystem som tas i reguljär drift överflyttas från en forskningsinriktad till en mera kommersiellt inriktad miljö. Härigenom blir de forskningsmässiga publiceringsmotiven inte lägre så uttalade. Det är således inte erfarenheter som saknas kring datoriserad schemaläggning men väl en systematisk dokumentation och en teoretisk tolkning av dylika erfarenheter.

3.4 SUMMERING

Under senare decennier har det i olika länder utvecklats datorsystem för skolschemaläggning. Systemen har baserats på såväl algoritmiska som heuristiska lösningsansatser. I flertalet fall

har dessa slag av ansatser kombinerats.

Litteraturgenomgången har visat att tillämpningsproblematiken är ett i stora delar förbisett område i samband med datoriserad schemaläggning. Något tillspetsat kan situationen karakteriseras med hjälp av följande uttalande, men till synes allmänt accepterade, tillämpningsantagande:

De nödvändiga och tillräckliga förutsättningarna för en framgångsrik datorläggning av schema är:

- ett tekniskt avancerat system
- ett till schemaproblematiken väl anpassat system
- ett i prishänseende konkurrenskraftigt system
- klara anvisningar om utformning av input och tolkning av output

Var och en med erfarenhet från datoriserad schemaläggning kan själv värdera tillämpningsantagandets giltighet. För egen del kan jag oförbehållsamt tillstå, att jag under flera år hade antagandet som ett oreflekterat rättesnöre för mitt arbete. När jag i fortsättningen tar upp tillämpningsproblematiken, så sker det inte för att i första hand diskutera de punkter som markerats i antagandet ovan. Avsikten är istället att tillföra en nya väsentlig dimension. Som ett led i en utvidgningen av det anförda tillämpningsantagandet ger jag i nästa kapitel en sammanfattande redovisning av utvecklingen av det schemalägnings-system vars tillämpning senare ska granskas.

4 MODELLUTVECKLING

4.1 INLEDNING

Detta kapitel innehåller en sammanfattande presentation av utvecklingen av den datorbaserade schemaläggningsmodell, som sedan 1971 har marknadsförts av Kommunedata (KMD) i Danmark. Med "schemaläggningssystemet", alternativt "schemasystemet", betecknas ett antal program som motsvarar olika schemaläggningsfunktioner. Fortsättningsvis berörs utvecklingen av systemets mest komplicerade program, nämligen de direkt schemaläggande programmen. I övrigt omfattar systemet även program för inläsning av data och redigering av resultatlistor. Som synonyma benämningar på systemets schemaläggande delar används "schemaläggningsmodellen", "läggningsmodellen" eller kort och gott "modellen". I appendix 2 skisseras hela schemaläggningssystemet i anslutning till en samlad redogörelse för läggningsmodellens principiella uppbyggnad. I den följande genomgången av de mest avgörande utvecklingsmomenten motiveras huvuddragen i modellens utformning. När modellens användning diskuteras i följande kapitel kommer den här beskrivna modellutvecklingen att utgöra en viktig bakgrundsinformation.

4.2 PRIMÄRUTVECKLINGEN AV LÄGGNINGSMODELLEN

Den grundläggande konstruktionen av systemets schemaläggande modell utfördes åren 1968-71. Med mer än ett decenniums perspektiv på detta arbete är det några detaljer, som kan tillmätas en avgörande betydelse för modellens konstruktion och därmed också för dess senare användning. På basis av bl a interna projektrapporter samt Appendix 4 i en seminarierapport, Hølmersson (1970), återges några centrala ställningstaganden och åtgärder under den primära utvecklingen av läggningsmodellen.

Med ett allmänt intresse för kombinatoriska problem och datorprogrammering jämte en respektlös, eller kanske snarare aningslös, nyfikenhet på schemaproblematiken påbörjade jag modellbygandet. I linje med min intresseinriktning tedde sig schemaläggningen som ett gigantiskt kombinationsproblem. Ganska snart kompletterades nyfikenheten med en stark betänksamhet om huruvida det skulle vara möjligt att bemästra schemakombinatoriken i ett datorprogram. Min betänksamhet, men därmed också min nyfikenhet, ökade efter ett samtal med ett par personer, som några år tidigare hade ingått i en då existerande utvecklingsgrupp, vilken efter en insats av storleksordningen 15 månår hade givit upp sina försök att konstruera ett schemaläggande

datorprogram. Som prognos för mitt arbete och som ett ord på vägen fick jag av mina föregångare höra:

- att efter ca 10 års kombinatorisk grundforskning kunde man möjligtvis hoppas få någon form av teoretiskt resultat, som kunde vara tillämplbart på schemaproblematiken.
- att även om man efter ett antal år skulle lyckas få fram en modell, som kunde bemästra den aktuella schemasituationen, så förändras skolan så snabbt, att modellen, när den är färdig, inte längre är användbar.

En modellutveckling baserad på kombinatorisk grundforskning tedde sig inte realistisk, varken för mig eller för min uppdragsgivare. Därför inriktades utvecklingen mot en i första hand praktiskt tillämplbar modellkonstruktion. En avgörande konsekvens härav blev att jag initialt inte närmare undersökte hur tidigare modeller hade konstruerats eller varför de, enligt tillgängliga uppgifter, inte hade blivit framgångsrika. Rent principiellt kan man givetvis inte förorda att uppenbara informationskällor inte utnyttjas i forskning och utveckling. När det gäller ansatser till nytänkande inom ett problemområde där tidigare lösningsansatser tycks ha kört fast, så menar jag dock att förfarandet kan motiveras. Ett detaljstudium av tidigare ansatser kan med viss risk låsa fast nyskapande tankegångar i existerande lösningsprinciper. För min egen del såg jag dessutom en risk i att en granskning av tidigare detorschemaläggning kunde föranleda mig att ge upp modellutvecklingen redan innan den påbörjats.

Efter en rad tankemässiga ansatser med försök till genomträngning av schemaläggningens kombinatorik kunde läget sammanfattas i följande punkter:

- En analytisk och optimerande läggningsteknik, t ex linjärprogrammering, föreföll inte tillämplbar, detta främst beroende på svårigheterna att bilda en realistisk och hanterbar målfunktion. Dessa erfarenheter har även gjorts av flertalet andra modellkonstruktörer som arbetat med schemaläggningsproblematiken, jfr kapitel 3.
- En helt slumpmässig utläggning av schemat verkade med så ringa sannolikhet kunna leda till ett fullt schema, att jag inte fann det motiverat, att satsa på någon simuleringslösning. Enligt försök som rapporters av Marqvardsen (1973) framgår, att en slumpmässigt styrd schemaläggning innebär så lite 'styrning' i utläggningen, att man även med ett stort antal slumpstyrda försök inte kan räkna med att få fram en schemalösning, jfr även sammanställningen enligt Bosler & Frangos (1974) i kapitel 3.
- Schemaläggare lyckas, om än med möda, lägga scheman manuellt varje år. Även om det inte föreföll möjligt, att direkt göra en datoriserad kopiering av deras förfarande, så verkade vissa praktiskt fungerande principer kunna hämtas från manuell schemaläggning. En sådan princip var schemats stegvisa uppbyggnad. Schemaläggarens arbete tänkte jag mig ersatt av en beräkningsprocedur enligt vilken datorn stegvis analy-

serar möjliga läggningssalternativ och deras konsekvenser. Enligt sammanställningen i kapitel 3 är detta en grundtanke som i olika varianter går igen i flertalet schemaläggningsmodeller, åtminstone de praktiskt användbara. I detta avseende kom min modellutveckling inte att resultera i någon fundamentalt ny lösningsprincip.

- Ett väsentligt krav som ställdes på modellen var att den inte fick skräddarsys för någon specifik timplan. Timplansrevisioner skulle om möjligt inte behöva föranleda modellförändringar.

Modellens stegvisa läggningsteknik och dess timplansoberoende kom till stora delar att utformas på basis av begreppet schemabit. Sammanfattningsvis framkom schemabitsbegreppet ur följande resonemang.

Oavsett hur skolan kommer att förändras inom överskådlig framtid så kommer undervisningen, åtminstone så länge det finns behov av någon schemaläggning, att arrangeras enligt principen att ett antal elever (klass eller del därav) under viss tid skall uppehålla sig i en viss lokal tillsammans med en (eller flera) lärare för att ägna sig åt en ämnesbetecknad verksamhet. En skolas samtliga kombinationer av ämne-klass-lärare-lokal kan ses som schemaläggningens elementära byggstenar, vilka ska placeras på tidsmässigt och inbördes lämpliga lektionstillfällen. Beroende på ämne, tillval, samläsning, osv, så måste vissa aktiviteter placeras på samma lektionstillfälle i schemat. Exempel härpå är samtidigt, men för pojkar och flickor separat, gymnastik i två klasser. För precisering av schemats innehåll och läggning görs följande definitioner:

AKTIVITET Varje i schemat förekommande kombination av ämne-klass-lärare-lokal kallas för en aktivitet.

SCHEMABIT Samtliga aktiviteter i schemat grupperas i schemabitar. En schemabit består av aktiviteter som måste parallellläggas. En schemabit består av endast en aktivitet när det inte föreligger krav på parallellläggning.

UTLÄGGNING Placeringen av en schemabit en gång i schemat kallas en utläggning.

Enligt timplanens krav ska samma schemabitsinnehåll ofta förekomma mer än en gång i schemat. Schemabitarna har följande fundamentala läggningsegenskaper. Om samma klass, lärare och/eller lokal ingår i två olika schemabitar, dvs i bitarnas aktiviteter, så kan schemabitarna inte läggas parallellt i schemat. Detta är den enkla men väsentliga dubbelläggningssrestriktionen för klasser, lärare och lokaler. När en schemabit omfattar parallella undervisningsaktiviteter över flera klasser, exempelvis tillvalsämne över en hel årskurs, så kan samma klass, lärare och/eller lokal förekomma i flera olika aktiviteter inom biten.

Genom att specificisera varje skolas schemaförutsättningar i entydiga och identifierbara (löpande numrering) schemabitar så

räknade jag med:

- att modellen kunde arbeta med schemabitar som schemats undervisningsenheter och därmed bli oberoende av timplanernas utformning.
- att för skolan väsentliga eller absoluta parallelllägningskrav kunde hanteras via aktiviteternas schemabitstillhörighet.
- att schemakombinatoriken i väsentlig grad kunde reduceras genom aggregeringen av aktiviteter till schemabitar, vilka efter behov kan läggas ut mer än en gång.

I andra schemaläggningssystem, som jag kommit i kontakt med under senare år, har jag inte funnit att schemabitsbegreppet (eller motsvarande) definierats och tillämpats lika strikt, som jag kom att göra. Schemabiten blev inte bara väsentlig för modellens utveckling, den blev även ett nyckelbegrepp för modellanvändarna.

Modellens stegvisa och kalkylbaserade schemaläggning utformades successivt via programmerade läggningsexperiment i datorn. Ett avgörande test gjordes dock innan de datoriserade experimenten påbörjades. Jag genomförde nämligen manuellt en kalkylmässig läggning av ett litet testschema för att utröna vad som hände vid en läggning som konsekvent baserades på schemabitarnas läggningssmässigt trånga passager. Exemplet omfattade 20 schemabitar och 44 utläggningar för 3 klasser, 6 lärare och 6 lokaler i ett 4-dagarsschema med 4 lektioner per dag. Före varje utläggning beräknades vilken schemabit, som hade minst antal alternativa läggningssmöjligheter. Om utläggningen härvid inte entydigt kunde bestämmas så valdes ett läggningssalternativ, som hade minst reducerande inverkan på schemats resterande läggning. Denna här endast antydda läggningsprocess genomfördes konsekvent så länge det fanns några läggningsbara schemabitar kvar. Inga flyttningar tilläts av de en gång placerade schemabitarna. Slutresultatet blev att bara en av exemplets totalt 44 utläggningar inte kunde fullföljas.

Det var givetvis svårt att direkt avgöra huruvida testexemplets systematiska läggning indikerade något praktiskt intressant resultat. Var det till exempel bra eller dåligt att direkt ha lyckats med alla placeringar utom en? Den överblivna schemabiten kunde enkelt placeras sedan en av de redan lagda bitarna hade flyttats till en alternativ position. Trots sitt starkt förenklade schemainnehåll var testexemplets kombinatorik inte trivial. Det kalkylbaserade läggningsförfarandet jämfördes med manuell lägningsrutin på förjande sätt. Två rutinerade schemaläggare fick var för sig lägga ett komplett schema enligt exakt samma förutsättningar som jag själv utgått från. De två schemaläggarna arbetade på sedvanligt vis med tre separata men innehållsmässigt relaterade scheman, ett för vardera klasser, lärare och lokaler. Genom formuleringen av testexemplets förutsättningar i schemabitar hade jag under min läggning bara behövt arbeta i ett schema, ett schemabitsschema, kompletterat med ett antal referenstabeller, exempelvis schemabitar per klass.

Resultaten av schemaläggarnas arbeten med testexemplet blev att den ene behövde göra 34 och den andre 39 ändringar innan schemat var klart. Tidsåtgången var för den förre 3 timmar och för den senare 3,5 timmar. Mina jämförelsetal var 1 ändring och ca 20 timmar. Tidsjämförelser är här av underordnad betydelse. Min läggning skulle ha kunnat göras av en lämpligt programmerad dator på bråkdelen av en sekund. De intressanta jämförelserna gällde istället antalet ändringar som krävdes vid den traditionellt manuella och den datorsimulerade läggningen.

Den markanta skillnaden i antalet ändringar indikerade att en kalkylmässig läggning grundad på schemabitarnas trånga passager kunde förväntas vara en användbar princip vid datoriserad schemaläggning, detta trots att förfarandet uppenbarligen inte kunde garantera ett direkt färdigt schema. Om behovet av läggningsbetingade schemajusteringar skulle kunna reduceras i den omfattning som testexemplet indikerade, så skulle schemaläggarna kunna få en avsevärd lättnad i sitt arbete. Huruvida det skulle innebära några speciella svårigheter för schemaläggarna att slutjustera datorlagda råscheman, eller om justeringarna rentav skulle kunna göras i datorn, var frågor som inte penetrerades närmare i detta inledande och för modellutvecklingen avgörande skede. Den helt avgörande frågan gällde detaljutformning och programmering av en läggningssmodell, som möjliggjorde datoriserade läggningsexperiment med riktiga scheman.

Efter drygt ett års programmering kunde läggningssmodellens första programversion testas i full skala. Även om jag redan från början hade observerat schemaläggningens kombinatoriska svårigheter, så var det först i och med den detaljerade modellkonstruktionen, som jag blev helt klar över hur gigantiska dessa svårigheter är. Modellkonstruktionen krävde en lång rad preciseringar både i fråga om schematekniska principer, modelltekniska lösningar och datortekniska representationer och organiseringar av data. Eftersom modellen byggdes kring ett heuristiskt lösningsförfarande så kom många modelldetaljer att utformas på basis av intuitiva antaganden. I det stora hela har dessa antaganden senare visat sig hålla i den praktiska modelltillämpningen, men undantag finns. Två sådana väsentliga undantag ska här nämnas. Det gäller dels styrningen av schemats ämneskombinationer och dels schemabitens konsekvenser för uppdateringen av det datorlagrade schemat efter slutjustering.

I ett schema bör inte likartade ämnen (exempelvis övningsämnen som musik och teckning i en klass) placeras intill varandra. Detta pedagogiskt betingade läggningskrav föreföll, inte minst utifrån en rad schemaläggares samstämmiga mening, vara ett väsentligt krav. På grund av tidsbrist gjordes dock inga speciella analyser av klassernas parvisa ämnessekvenser i modellens första programversion. En sådan analys placerades högt upp på listan över kommande modellförbättringar. Alltsedan modellen började tillämpas har det emellertid inte visat sig praktiskt motiverat att införa en generell modellfunktion, som i detta avseende styr ämnesövergångarna för klasserna. Det fleråriga utnyttjandet av modellen har nämligen visat att i schemats totala utfallsrum utgör de oacceptabla ämnesövergångarna så sällsynta 'olycksfall i arbetet', att försök med modelltekniska undanmanövrar i läggningen sannolikt skulle ha ringa effekt.

Schemabitsbegreppet, som alltså var en avgörande hörnsten för modellutvecklingen har under den praktiska modelltillämpningen visat sig ha både för- och nackdelar. I kommunikationen mellan modellanvändaren och modellen ger schemabitarna entydiga bestämmningar av väldefinierade delar av schemat. Initialt beaktade jag inte i tillräcklig utsträckning att schemaläggaren i den slutliga justeringen av datorschemat, och vid ändrade förutsättningar, ibland måste slå sönder de ursprungliga schemabitarna. En omdefiniering av en schemabit är i sig ingen ovanlig eller märklig procedur sett från schemaläggarens sida. En sådan ändring kan dock inte utan visst merarbete införas som en uppdatering av redan maskinellt registrerade schemaförutsättningar. Detta beror på att den programässiga organisationen av schemadata byggdes upp kring schemabiten som schemats minsta analysenhet. Denna osmidighet hos schemabiten berör inte modellens läggning och schemat. I läggningshänseende har schemabiten visat sig fungera utmärkt.

Det första datoriserade läggningsexperimentet i full skala utfördes på ett 15-klassigt grundskoleschema som redan utnyttjades på en skola. Schemat styckades i 284 schemabitar. Modellen fick sedan lägga samman schemat på nytt. Avsikten med detta experiment var att få en indikation på vad modellen kunde åstadkomma med garanterat läggningsbara förutsättningar. Resultatet blev att 5,5 % av antalet utläggningar inte kunde placeras av modellen. Denna restprocent motsvarar 3,7 % av antalet rutor på skolans klassschema. Läggningen styrdes fortlöpande av schemats trånga sektorer så länge det fanns några läggningsbara schemabitar kvar. Modellen kunde inte ändra på någon av de en gång placerade schemabitarna. Några av modellens begränsningar innebär, att läggningen i vissa avseenden fick mindre och i andra avseenden större utfallsrum än vad som gällde vid motsvarande manuell läggning. Sålunda krävde exempelvis premiärmodellen en förhandsplacering av klassluncherna (reducering av utfallsrummet). Vidare beaktades inte i modellen att vissa lektioner skulle ligga först eller sist på dagen, s k yttertidsplacering (utökning av utfallsrummet).

Enligt det första fullskaliga läggningsexperimentet tedde det sig mycket uppmuntrande om man via en datorläggning kunde nå mer än ett 95-procentigt schema innan manuell ingrepp behövdes. Vid manuell läggning krävs omfattande läggningskorrigeringar vid en avsevärt lägre beläggningsprocent. Modellen var dock inte färdigutvecklad i och med detta första och framgångsrika läggningsförsök. Körtiderna indikerade exempelvis att premiärläggningen bara var ett sonderande experiment och inte något sluttest av ett färdigt datorsystem. Läggningen av schemat med 15 grundskoleklasser krävde drygt 6 timmars bearbetning i datorn, dvs ca 25 minuter per klass. Maskinen var en IBM 360/40. Denna körtid var oacceptabel även för en fortsatt experimentverksamhet. Den initiala utvecklingsfrågan hade i och för sig inte gällt maskintiden utan möjligheten att konstruera ett schemaläggande datorprogram. Efter genomgripande effektiviseringar av programmets beräkningar kunde körtiden reduceras till ca 1/2 minut per klass. Det blev härigenom möjligt, att basera modellems utveckling på en omfattande experimentverksamhet. Några huvuddrag i denna vidareutveckling tas upp i nästa avsnitt.

4.3 VIDAREUTVECKLINGEN AV LÄGGNINGSMODELLEN

Läggningssmodellen vidareutvecklades i en rad olika avseenden under åren 1969-76. Från och med 1971 baserades utvecklingen på modellens praktiska tillämpning. Efter 1976 har sporadiskt uppdykande fel i modellens läggningsprogram rättats. Den ursprungliga kärnan i läggningssmodellen har bibehållits och utökats med ytterligare läggningssfunktioner. Via dessa funktioner täcker modellen nu i allt väsentligt de olika krav som ställs vid ett schemas läggning. Vidare har det kring själva läggningsprogrammet byggts administrativt inriktade program, som ger modell användaren kompletterande upplysningar om schemaläggningens förutsättningar, förlopp och slutresultat.

I anslutning till schemaläggningssverksamheten har det inom Kommunedata även arbetats med andra skolinriktade systemutvecklingar. Sålunda har det tagits fram ett fristående Tillvalssystem (Grundskemasystem på danska). Utifrån elevernas kombinationer av tillvalsämnen, antalet tillåtna undervisningsgrupper per ämne och elevernas gruppstillhörighet gör detta system en parallellläggning av skolans tillvalsämnen. De härvid konstruerade tillvalsblocken kan utnyttjas som schemabitar vid datorläggning av schemat. Tillvalssystemet har, i jämförelse med schemaläggningssystemet, fått en begränsad tillämpning och kommer inte att behandlas närmare i denna rapport.

Under slutet av 1970-talet planerade Kommunedata, Kommunernes Landsforening och Undervisningsministeriet ett för Danmark landsomfattande skoladministrativt blankett- och adb-system, se Scheibel (1977) och Sylvest (1977) för sammanfattande redogörelser samt Kommunedata (1976) och (1978b) för en detaljredovisning. Avsikten med detta system, Skoleårets planlægning, var att ta ett samlat grepp om skoladministrationen med ett samtidigt tillgodoseende av såväl centrala, regionala och lokala myndigheters samt enskilda skolors behov. Enligt planerna skulle detta kommande system, uppbyggt av generellt kombinerbara moduler, även omfatta datoriserad schemaläggning. I fortsättningen kommer jag inte att gå närmare in på denna planerade utveckling, vilken successivt avstannade på kravspecifikationsstadiet. Diskussionen om modell användandets metodfrågor kommer i stället att ta sina utgångspunkter i det existerande schema-systemets utformning och framförallt läggningssmodellens praktiska tillämpning. I följande tre avsnitt redogörs för tre olika ansatser till vidareutveckling av läggningssmodellen. Dessa redogörelser ger en väsentlig bakgrund för de diskussioner i kapitel 7 som tar upp modelltekniska aspekter på modellens användning.

Den första ansatsen gäller en maskinell bearbetning av läggningssmodellens schemasresultat. Här utvecklades bl a ett speciellt program vars syfte var att, via omflyttningar i det modellagda schemat, skapa utrymme för de schemabitar som initialt inte kunnat placera.

Den andra ansatsen avser en analys av schemabitarnas läggningssmöjligheter. Om förutsättningarna innehåller bevisbara motsägelser, som gör en komplett läggning omöjlig, så ska dessa de-

finitiva inkonsistenser lokaliseras och korrigeras innan utläggningen startar.

Den tredje ansatsen gäller en sonderande analys inbyggd i läggningsmodellen. Tanken var här att innan en utläggning verkställs, så skulle dess kommande konsekvenser för den fortsatta utläggningen sonderas. I situationer med alternativa läggningsskyligheter skulle man härigenom förhoppningsvis kunna undvika läggningar som leder till omöjliga schemasituationer.

4.3.1 Maskinell bearbetning av modellens schemaförslag

Trots en fortlöpande utbyggnad och effektivisering av läggningsmodellen, så visade en lång rad praktiska läggningsskylersök att modellen, som regel, inte kunde lägga ett komplett schema efter de förutsättningar som gavs av skolorna. Enligt modellens läggningsskylersstatistik, se kapitel 7, framgår att det endast är i undantagsfall som samtliga schemabitar kan läggas ut. Eftersom modellen arbetar efter heuristiska, stegvisa och icke bakånde läggningsskylersprinciper är det i sig inte överraskande, att datorläggningen oftast ger en viss restpott av oplacerade schemabitar. Modellens vidareutveckling innefattade därför bl a försök med automatiska förbättringar av det maskinellt framtagna schemaförslaget. Dessa försök föregicks av följande överväganden och experiment.

Under modellens stegvisa utläggning kan det fortlöpande konstateras när slutligt resterande schemabitar faller ut. Det föreföll därför vara lämpligt, att bygga ut läggningsskylersmodellen, så att den vid en konstaterad rest korrigerar redan gjorda läggningar. Eftersom jag inte experimenterat med någon sådan modellkonstruktion, så kan jag inte uttala mig om dess praktiska effekter. Motiven för att inte närmare pröva en sådan vidareutveckling av läggningsskylersmodellen var i korthet följande.

En läggningsskylerskonflikt i schemat kan som regel lösas på en rad olika sätt, jfr diskussionen i avsnitt 2.2.4 om inkonsistenser. Det krävs härvid hänsynstagande till schemasituationen i dess helhet, eventuellt med avvägningar och kompromisser av olika krav och önskemål. En dylik helhetsbedömning av schemat och dess förutsättningar ter sig mycket vanskelig att genomföra via en generellt programmerad rutin, speciellt om bara en del av schemat är lagt. En partiell, eller i värsta fall total, upprivning av modellens utläggningar så fort en rest har konstaterats skulle sannolikt vara liktydigt med en ändlös iterationsprocess. Läggningsskylerskombinationernas mångfald medför att en partiell och alternativ omläggning, som klarar en viss läggningsskylerskonflikt, ofta kan förmodas resultera i att andra läggningsskylerskonflikter uppstår. Denna sistnämnda förmodan fick i viss mån stöd av några läggningsskylersexperiment, som, i delvis annat syfte, genomfördes på följande sätt.

Först kördes modellen och gav ett schemaförslag med ett antal restbitar. Därefter genomfördes en ny läggning med oförändrade förutsättningar. Vid omläggningen av schemat beordrades model-

len att först lägga ut de bitar som tidigare blivit utsparkade. Modellens läggningrutiner bestämde var de prioriterade restbitar skulle läggas. Vid upprepade omläggningar av ett och samma schema med prioritering av tidigare restbitar kunde antalet utsparkningar reducerades något i de första iterationerna. Läggningsskonflikterna flyttades dock till största delen runt till olika ställen av schemat. Med hänsyn till de marginella schemaförbättringar som denna form av iterationsläggning gav, speciellt i jämförelse med ökningen av maskintidskostnaden, så avbröts dessa experiment. Istället inleddes försök med maskinell bearbetning av modellens schemaförslag inom ramarna för schemats initialt givna förutsättningar.

Efter en omfattande programutveckling kunde ett antal restbehandlingsexperiment genomföras enligt följande principer. För varje utsparkad bit noterades dess initiala läggningssamöjlighe-ter givet att inga andra bitar lagts i schemat. Om en utsparkad bit ska in på schemat enligt givna förutsättningar, så måste det vara på en av bitens potentiellt möjliga schemapositioner. Om det är en, i jämförelse med restbiten, till omfång och komplexitet likvärdig eller mindre bit, som ligger i vägen för restbiten, så lyfts den lagda biten ur schemat och bildar en ny restbit. Den gamla restbiten kan i så fall läggas in på schemat. När alla de ursprungliga restbitarna har genomgått, och eventuellt lagts in på schemat, så har man ett schema vars totalrest är mindre än eller lika med det ursprungliga schemaförslagets rest. Om någon av dessa nya restbitar direkt kan placeras i schemat, så kan restbitarnas antal reduceras.

Den ovan skisserade processen med utbyten av restbitar bygger på principen, att ett byte aldrig får ge en ökning av den totala schemaresten uttryckt i antalet berörda klasser, lärare och lokaler. Vid praktiska försök visade det sig att resten, efter en mindre reduktion i de första iterationerna, snabbt stabiliserades på en nivå där fortsatta iterationer bara ledde till meningslösa utbyten av schemabitar.

Försöken med maskinella korrigeringar av modellens schemaförslag omfattade även bytesprocedurer med sikte på minimering av antalet håltimmar för klasser och lärare. I korthet var den bärande tanken här att söka upp och flytta de schemabitar som utan att skapa nya håltimmar kunde fylla ut tidigare håltimmar. Resultaten härav blev, liksom vid resthanteringen, av marginellt värde.

Ett stort antal experiment av ovanstående slag visade att ett iterativt laborerande inom ramarna för de givna förutsättningar inte gav några praktiskt sett betydande förbättring av den heuristiska läggningssmodellens schemaförslag. De förbättringar som kunde åstadkommas på maskinell väg kunde också ofta lätt uppnås av en erfaren schemaläggare. Vägen från modellens schemaförslag till slutligt, komplett och godkänt schema föreföll alltså i väsentlig grad kräva välvägd och målinriktade justeringar av initiala krav. Som tidigare antytts kan detta arbete svårligen specificeras i entydiga och generella programinstruktioner.

4.3.2 Kontroll av schemaförutsättningarnas läggningsbarhet

Eftersom restbitarna är ett uppenbart mått på modellens läggningsskapacitet, så var det naturligt att inrikta modellens vidareutveckling mot en minimering av denna rest. Modellen kan dock inte 'lastas' för alla utsparkningar. Ett schemas förutsättningar omöjliggör ibland en komplett schemaläggning för exempelvis en klass eller en lärare. Om förutsättningarna innehåller oförenliga krav, så är det, inte minst ur restsynpunkt, väsentligt att korrigera förutsättningarna innan modellläggningen påbörjas. Via kontroller av förutsättningarna har det dock inte befunnits vara möjligt, att med garanti finna alla motstridiga läggningskrav. Förutsättningsbaserade kriterier för en komplett schemaläggning formulerades av Gottlieb (1963b). Kriteriernas generella giltighet har motbevisats av Lions (1966). Hittills har jag inte funnit annat än att det avgörande beviset för ett schemas läggningsbarhet är det komplett lagda schemat. Detta utesluter inte att partiella analyser för lokalisering av oförenliga förutsättningar kan vara praktiskt värdefulla.

För att försöka undvika att läggningsmodellen opererar på icke läggningsbara förutsättningar, så har 10 olika kontrollfunktioner utformats och testats. Efter en kortfattad presentation av de olika kontrollerna sammanfattas deras praktiska effekter. De fyra första kontrollerna är enkla och torde inte kräva någon närmare genomgång. Övriga kontroller är mera komplexa och kommer endast att skisseras i sina principiella huvuddrag. I sammandrag innebär kontrollerna följande:

Kontroll 1: Varje schemabit måste ha tillräckligt många läggningssalternativ.

Exempel: En enkeltimsbit som ska läggas 3 gånger måste minst ha 3 läggningsbara positioner på tre dagar (en schemabit får bara läggas en gång per dag).

Kontroll 2: Varje klass måste ha minst lika många läggningsbara schemapositioner som dess schemabitar sammanlagt kräver.

Exempel: Om en klass ska ha undervisning på totalt 37 schemapositioner, så måste klassens schemabitar tillsammans ha minst 37 läggningsbara positioner.

Kontroll 3: Motsvarigheten till kontroll 2, men för lärarna.

Kontroll 4: Motsvarigheten till kontroll 2, men för lokalerna.

Kontroll 5: Undersökning av huruvida varje klass kan få lagt ett separat schema; dvs ett klassschema utan beaktande andra klassers scheman.

Exempel: Ett litet kombinatoriskt principexempel följer nedan.

Kontroll 6: Motsvarigheten till kontroll 5, men för lärarna.

Kontroll 7: Motsvarigheten till kontroll 6, men för lokalerna.

Kontroll 8: En klassvis undersökning av schemabitarnas läggningssmöjligheter. Läggningsalternativ, som innebär att klassen inte kan få ett separat och komplett schema, stryks.

Exempel: Ett litet kombinatoriskt principexempel följer nedan.

Kontroll 9: Motsvarigheten till kontroll 8, men för lärarna.

Kontroll 10: Motsvarigheten till kontroll 8, men för lokalerna.

Även om kontroll 1 och 2 inte indikerar någon läggningssmöjlighet, så kan kontroll 5 ge utslag. Ett enkelt kombinatoriskt exempel visar detta. Antag att det för en klass finns följande läggningssmöjligheter för 4 enkeltimsbitar inom ramen av totalt 4 schemapositioner.

		Position				
		1	2	3	4	
Bit	1	1	0	1	0	1 = Biten har läggningssmöjlighet 0 = " saknar "
	2	1	0	1	0	
	3	1	0	1	0	
	4	1	1	1	1	

Enligt kontroll 1 framgår att bitarna 1, 2 och 3 har vardera 2 läggningssalternativ och att bit 4 har 4 alternativ. För varje bit finns det alltså tillräckliga läggningssmöjligheter. Ej heller kontroll 2 kan spåra någon omöjlighet eftersom det för varje position finns minst ett potentiellt läggningssalternativ och klassen ska beläggas just 4 positioner.

Kontroll 5 visar att endera av de tre första bitarna inte kan läggas samt att klassen inte kan aktiveras på antingen position 2 eller 4. Exemplets ringa omfattning gör att dessa konstateranden inte kräver några detaljerade härledningar. För att samtliga fyra schemabitar ska kunna läggas måste minst en av bitarna 1, 2 eller 3 få minst ytterligare en läggningssmöjlighet på position 2 eller 4. I realistiska schemasituationer kan det i sådana här sammanhang handla om att ändra på lärares och/eller lokalers tidsrestriktioner. Exemplet visar i all sin enkelhet att en läggningssmöjlighet inte behöver vara fixerad till en viss schemabit samt att motstridiga förutsättningar kan elimineras på olika sätt. Det senare kan givetvis även gälla när en viss schemabit har otillräckligt antal läggningssmöjligheter.

Nu antas att det för bit 2 i exemplet ovan öppnas ytterligare en möjlighet på position 4. Det separata schemats läggning kan då genomföras på exempelvis följande sätt.

		Position				
		1	2	3	4	
1	1	0	1	0		
Bit 2	1	0	1	1	0	1 = Biten har läggningensmöjlighet
3	1	0	1	0		0 = " saknar "
4	1	1	1	1	1	1 = Utnyttjad "

Uppställningen ovan visar, att bit 4 måste ligga på position 2. Som konsekvens härav måste bit 2 läggas på position 4. En analys av läggningensförutsättningarna enligt kontroll 8 ger följande resultat.

		Position				
		1	2	3	4	
1	1	0	1	0		1 = Biten har läggningensmöjlighet
Bit 2	*	0	*	1	0	0 = " saknar "
3	1	0	1	0		* = Läggningensmöjligheten kan
4	*	1	*	*	*	inte utnyttjas

Efter utrensningen av icke brukbara läggningensmöjligheter kvarstår de läggningensalternativ som kan komma ifråga för en komplett läggning. Detta är dock inte liktydigt med att de återstående läggningensalternativen ger en entydig lösning. Bit 1, liksom bit 3, kan placeras på antingen position 1 eller 3.

Även om samtliga kontroller 1-7 inte indikerar någon läggningensomöjlighet, så kan en sådan förekomma. Ett enkelt exempel illustrerar detta. Antag att 3 enkeltimsbitar omfattar klasser, lärare och lokaler enligt följande uppställning.

Bit	Klass	Lärare	Lokal
1	K1	A	L1
2	K2	A	L2
3	K3	B	L2

De tre schemabitarna antas ha potentiella läggningensmöjligheter inom ramen av totalt två schemapositioner.

		Position		
		1	2	
1	1	0		
Bit 2	1	1	0	1 = Biten har läggningensmöjlighet
3	0	1		0 = " saknar "

Enligt kontroll 1-7 upptäcks ingen läggningensomöjlighet för enskilda bitar, klasser, lärare eller lokaler. En utrensning enligt kontroll 8 ger heller inget utslag. Kontroll 9 visar emellertid att bit 2 inte kan ligga på position 1, detta för att läsare A ingår i både bit 1 och 2 och bit 1 måste ligga på position 1. Kontroll 10 visar på motsvarande sätt, men utifrån lokalsituationen, att bit 2 heller inte kan ligga på position 2. Bit 2, som initialt hade flest antal läggningensalternativ, kan alltså inte läggas någonstans efter en utrensning av läggningensalternativ. Efter utrensningen kan vardera av av kontrol-

lerna 1-7 påvisa att exemplet saknar lösning.

Detta enkla exempel visar något av den komplexa schemakombinatorik, som uppkommer när klassers, lärares och lokalers scheman griper in i varandra. En väsentlig slutsats angående kontrollsidan blir att utrensningar av icke brukbara läggningssalternativ bör göras iterativt. Om ett helt schema analyseras via kontroll 8, 9 och 10 med en successiv genomökning av klassernas, lärarnas och lokalernas schemabitar, så kan exempelvis lärarinitierade utrensningar medföra att en förnyad klassanalys finner ytterligare obrukbara läggningssalternativ, vilket i sin tur kan föranleda utrensningar via lokalerna, osv. Eftersom ett schema har ett begränsat antal bitar och varje bit ett begränsat antal läggningssalternativ, så kommer ett iterativt utrensningsförfarande till sist att bli utan effekt. När inga ytterligare utrensningar kan göras bör så kontroll 1-7 tillämpas.

Kontroll 5-10 avser partiella analyser på delmängder av det totala antalet schemabitar. I varje sådan delmängd är bitarna i inbördes läggningsskonflikt med varandra, samma klass, lärare eller lokal ingår ju i en sådan delmängds bitar. I ett schema finns det ytterligare delmängder av schemabitar som är i inbördes läggningsskonflikt. Ansted (1978) har vid analyser av ett antal små och medelstora skolors schemaförutsättningar kartlagt samtliga delmängder med inbördes konflikterande schemabitar. Resultaten av dessa analyser pekar mot att i ett schema är antalet delmängder av detta slag 3-4 gånger så stort som summan av antalet klasser, lärare och lokaler.

Partiella analyser av schemats förutsättningar enligt kontroll 5-10 kan inte genomföras manuellt på scheman av realistisk storlek. Problemets komplexitet gör att även datoriserade analyser blir mycket tidskrävande. Svårighetsgraden och därmed maskintidskravet skulle öka i väsentlig grad om de hittills skisserade analyserna även skulle beakta schemakrav om att vissa schemabitar ska placeras som dubbeltimmar, intill varandra, på olika dagar, osv, jfr Poulsen & Bech (1975). För en ingående teknisk genomgång av olika sökalgoritmer, som kan användas vid utrensningsanalyser av schemats förutsättningar, hänvisas till Ansted (1978).

I ett tidigt utvecklingsskede infördes kontroll 1-4 för filttering av schemats förutsättningar innan läggningssmodellen kördes. Eftersom dessa kontroller är förhållandevis enkla och snabba, så har de även kunnat tillämpas i modellens fortlöpande analys under schemats stegvisa utläggning, se vidare appendix 2. Kontroll 5-10 implementerades programmässigt på basis av en matrismanipulerande algoritm enligt Lions (1966). Härvid beaktades dock bara delmängder av konflikterande schemabitar per klass, lärare och lokal. Vidare analyserades bitarnas läggningssmöjligheter med antagande om alla utläggningar var enkeltimmar. Analyserna företogs interaktivt såsom tidigare antytts. Trots att kontrollerna genomfördes på ett förhållandevis grovt sätt, så gav de många utslag. Det kunde röra sig om utrensningar av 100-tals läggningssalternativ per schema.

Av maskintidsåtgången för kontroll 5-10 gick över 99 % av tiden åt för lokaliseringen av de läggningssmöjligheter som skulle

utrensas. Körtiden för kontroll 5-10 visade sig vara i storleksordningen 5-10 gånger så lång som den tid modellen behövde för att lägga schemat. När läggningsscheman opererade på ett schemas utrensade förutsättningar, så visade det sig, något överraskande, att resultatet inte märkbart förbättrades jämfört med om läggningen utfördes på basis av icke utrensade förutsättningar. Antalet restbitar kunde alltså inte märkbart reduceras via utrensningar av schemabitarnas icke brukbara läggningssalternativ. Utrensningarna var inte totala i den meningen, att alla resterande läggningssalternativ med garanti kunde utnyttjas. Det är svårt att bevisa, att modellen har egenskaper, som gör dess läggningssresultat oberoende av andelen obrukbara läggningssalternativ i schemats förutsättningar. Omfattande försök med och utan utrensade förutsättningar gav dock resultat som pekade i denna riktning.

Sammanfattningsvis resulterade de omfattande försöken med kontroller av schemats förutsättningar i att kontroll 1, 5, 6 och 7 tillämpas som ett filter innan läggningen påbörjas. Observera här att kontroll 5 innefattar kontroll 2 och att motsvarande gäller för kontrollerna 6 och 3 samt för kontrollerna 7 och 4. Om någon läggningssalternativ fastnar i detta kontrollfilter, så kan inte läggningsscheman köras i den produktionsmässiga tillämpningen av schemaläggningssystemet. Konstaterade läggningssalternativ måste först elimineras innan ett schemaförslag körs fram. Eftersom utrensningsskontrollerna 8-10 inte visade sig ha några märkbara effekter på läggningssresultatet, och därtill var oacceptabelt dyra att köra (maskintiden), så tillämpas de inte i den datoriserade schemaproduktionen.

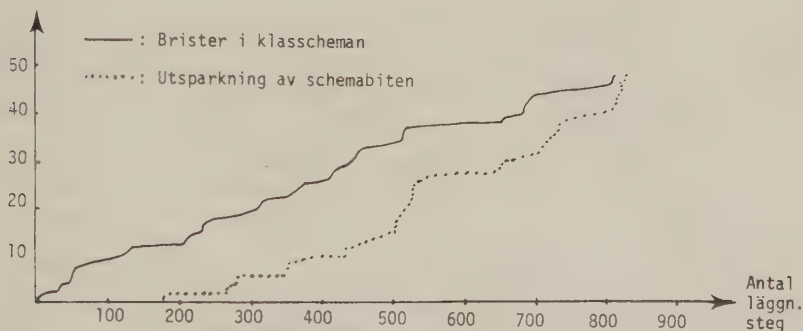
4.3.3 Sonderande analys under läggningens gång

I läggningsschemans stegvisa uppbyggnad av av schemat omfattar varje steg utläggningen av en schemabit en gång. Inom ett steg beräknas först vilken bit som ska läggas och därefter var biten ska läggas, se vidare appendix 2. Utläggningens konsekvenser för den resterande schemaläggningen kartläggs innan utläggningen verkställs. Härvid beaktas exempelvis krav på dubbeltimmar, placering av schemabitar intill varandra, schemabitar på olika dagar, osv. Om dessa analyser kan påvisa en omgående utsparkning av en annan schemabit, jfr kontroll 1 i avsnitt 4.3.2, så annulleras utläggningen om schemabiten ifråga har andra placeringsalternativ. Analyserna i varje utläggningsssteg kan således ge en utrensning av ett icke brukbart läggningssalternativ. I jämförelse med de generella utrensningsskontrollerna 8-10 är det här bara fråga om partiella utrensningssanalyser baserade på ett enda läggningssalternativ. Granskningen av detta alternativs konsekvenser är dock ingående.

Under den stegvisa utläggningen av schemat uppstår läggningsskonflikter, som kan resultera i utsparkning av schemabitar. Modellen kan inte riva upp tidigare utläggningar eller ändra på schemats förutsättningar. Enligt kontroll 2-4 kan partiella schemabrister lokaliserar för klasser, lärare och lokaler. I det modellagda schemaförslaget måste de utsparkade schemabitar-

na motsvara, och motsvaras av, de partiella schemabristerna. I ett läggningsssteg kan en bit vara utsparkad utan att motsvarande partiella schemabrister kan identifieras enligt kontroll 2-4. Situationen är dock oftast den omvända, dvs en partiell schemabrist kan inte direkt knytas till en viss schemabit. I figur 4.1 illustreras hur antalet utsparkningar och partiella schemabrister varierar under modellens läggning av ett schema för en dansk skola hämtad från 1975 års schemaproduktion. Skolan valdes ut för en närmare undersökning eftersom den uppvisade ett förhållandevis stort antal utsparkade schemabitar. I figuren återges samtliga bitutsparkningar och klassernas partiella schemabrister. För lärare och lokaler gäller motsvarande läggningsförlopp som för klasserna.

Antal brister/
utsparkningar



Figur 4.1 Partiella schemabrister och utsparkade schemabitar

I figur 4.1 illustreras ett typiskt läggningsförlopp med konstaterade brister i klassschema före motsvarande bitars utsparkningar. En fördjupad analys i varje läggningsssteg borde således inriktas på att så långt möjligt spåra upp och annullera läggningar, som medför partiella schemabrister hos klasser, lärare och lokaler. I det schemaexempel som ligger till grund för kurvorna i figur 4.1 visade en detaljerad genomgång av läggningsförloppet att för 71 % av de utsparkade bitarna kunde en implicit förvarning utläsas via partiella schemabrister enligt kontroll 2, 3 eller 4. Förvarningarna gavs i situationer där modellen kunde ha utnyttjat alternativa läggningsoptioner.

I förlängningen av den ovan skisserade kartläggningen av modellens läggningsförlopp uppkom tanken om att konsekvensanalyserna i varje läggningsssteg även skulle omfatta partiella schemabrister. Ett centralt inslag i en sådan sonderande läggningsanalys gällde vad som kan kallas för andra generationens effekter av en schemabitsläggning. Diskussionen begränsas här till att minimalt illustrationsexempel som visar innebörden av en sådan analys. För illustration av den sonderande bristanalysen antas att det i en schemaläggning återstår följande 4 enkeltimsbitar att lägga ut.

Bit Klass Lärare Lokal

1	K1	A	L1
2	K2	A	L2
3	K2	B	L1
4	K2	C	L3

Vidare antas att ovanstående 4 schemabitar har följande läggningssmöjligheter.

		Position			
		1	2	3	
Bit	1	1	0	1	O = Biten kan ej läggas 1 = " " läggas
	2	1	1	0	
	3	1	1	1	
	4	0	1	1	

Ovanstående läggningssmöjligheter innebär följande.

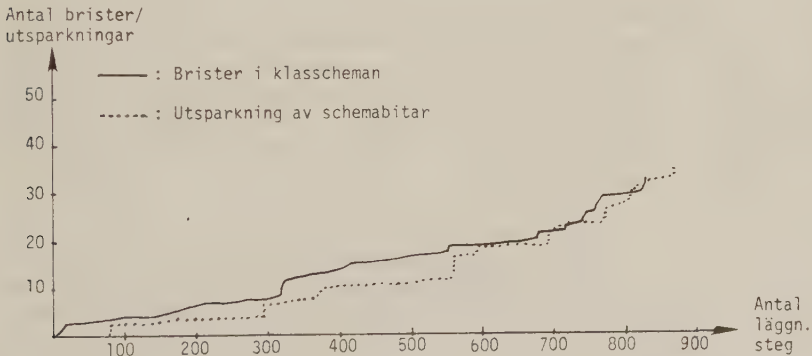
		Antal bitalt. per klass Position			Antal positioner per klass	
		1	2	3	möjligt	behov
Klass	K1	1	0	1	2	1
	K2	2	3	2	3	3

I den ovan beskrivna schemasituationen indikeras ingen läggningssmöjlighet enligt av kontroll 1-7. En utrensningssanalys enligt kontroll 8-10 ger ej heller något utslag. Antag nu att modellen ska lägga bit 1 på position 1. En sonderande analys av klassschemat visar då följande. Lärare A's inblandning i bit 1 gör att bit 2 inte samtidigt kan läggas på position 1. Vidare medför utnyttjandet av lokal L1 i bit 1 att bit 3 mister sin läggningssmöjlighet på position 1. Sammantaget kommer alltså K2 att mista sina bitalternativ på position 1, vilket betyder att klassen bara kan aktiveras på 2 av de 3 positioner som krävs. Slutsatsen blir således att om bit 1 lägges på position 1 så får klass K2 en brist i sitt schema. Endera av bitarna 2, 3 eller 4 kommer med nödvändighet att bli utsparkad. Här kan man så lägga märke till den kanske något överraskande detaljen att bit 1 kan förorsaka att bit 4 sparkas ut trots att dessa bitar innehåller olika klasser, lärare och lokaler. Den planerade läggningen av bit 1 på position 1 bör alltså annulleras.

En sonderande analys av partiella schemabrister utgör ingen garanti för att en läggning inte direkt resulterar i en konstanterbar bristsituation. I illustrationsexemplet skulle exempelvis placeringen av bit 4 på position 2 innebära att en av bitarna 1, 2 eller 3 måste sparkas ut. Denna kommande utsparkning kan dock inte spåras via sonderande analyser av något klass-, lärar- eller lokalschema. Utsparkningen kan emellertid spåras i en sonderande analys helt analog med klassanalysen ovan, bara utförd på en specifik delmängd av schemabitarna. Utan att gå in på några generella formuleringar eller algoritmer för de här aktuella kombinatoriska problemställningarna skisseras direkt vad som gäller för illustrationsexemplets del.

Trots att bitarna 1, 2 och 3 inte har någon för samtliga bitar gemensam klass, lärare eller lokal, så visar alla parvisa bitkombinationer (1-2, 2-3 och 1-3) att bitarna är i inbördes läggningsskonflikt med varandra. Det krävs alltså minst 3 schemapositioner för utläggning av exemplet tre första schemabitar. Om förutsättningarna kompletteras med en artificiell klass Ka (en artificiell lärare eller lokal hade gått lika bra), som införas i bitarna 1-3, så definierar Ka en delmängd schemabitar, vilka är i inbördes läggningsskonflikt. En sonderande bristanalys för Ka visar att klassen bara kan aktiveras på 2 positioner om bit 4 placeras på position 2. Behovet för Ka är dock alltså 3 schemapositioner. Den oundvikliga utsparkningen som blir en följd av att lägga bit 4 på position 2 har sålunda kunnat konstateras som en partiell schemabrist hos en artificiell klass.

Sammanfattningsvis innebär den sonderande analysen att konsekvenserna av en planerad utläggning kontrolleras inom ett antal delmängder av schemabitar. I varje sådan delmängd är bitarna i inbördes läggningsskonflikt. Den bit vars planerade läggning har utlöst analysen ingår inte i de aktuella delmängderna. Vid konsekvensberäkningarna i exemplet ovan bildade bitarna 2, 3 och 4 en utslagsgivande delmängd för analysen av läggningen av bit 1 på position 1. För analysen av bit 4 på position 2 utgjordes motsvarande delmängd av bitarna 1, 2 och 3. Även om analysen i ett enskilt läggningsssteg kan avstyra en olämplig utläggning, bit 1 på position 1 i exemplet ovan, så kan man därur svårligen dra några slutsatser om de totala konsekvenserna under ett helt schemas utläggning med närmare 1000-talet läggningsssteg. Det krävs praktiska experiment för utvärdering av en sådan sonderande analys. En läggning av samma schema som utnyttjades i figur 4.1, men med en sonderande bristanalys för klassernas, lärarnas och lokalernas delmängder av schemabitar, ger brist- och utsparkningskurvor enligt figur 4.2 nedan.



Figur 4.2 Partiella schemabrister och utsparkade schemabitar vid sonderande analys

Kurvorna i figur 4.2 visar att partiella schemabrister för klasserna och utsparkning av schemabitar följs åt i betydligt

större utsträckning än i figur 4.1. Inga utsparkningar vid läggningen enligt figur 4.2 kunde förvarnas via partiella schemabrister hos klasser, lärare eller lokaler så att en läggning kunde ha annullerats för undvikande av utsparkning. En detaljerad genomgång av lägningsförloppet visar att varje lägningssteg, som direkt kunde förknippas med en schemabrist eller utsparkning, var ett tvingande steg i en situation där den fortsatta läggningen inte kunde undgå utsparkningen. Vid läggningen enligt figur 4.1, dvs utan sonderande analys i varje lägningssteg, kunde hela 71 % av de utsparkade bitarna förvarnas via implicita bristsituationer i klassers, lärares och lokalers scheman i situationer med alternativa lägningsmöjligheter. Den praktiska effekten av den sonderande analysen blev att antalet utsparkade schemabitar reducerades med 30 %.

Den sonderande analysen opererar på de delmängder av schemabitar som definieras av schemats klasser, lärare och lokaler. Analysen skulle troligen kunna göras effektivare om även alla andra delmängder av schemabitar med inbördes lägningskonflikter undersöks. Några experiment i denna riktning har inte företagits. Enligt Ansted (1978) utgör bara fastställandet av schemats alla delmängder av inbördes konflikterande schemabitar ett så stort och komplext problem att maskintidsåtgången kan bli kritisk. Den ovan beskrivna sonderande analysen kräver ingen genomsökning av schemats totala lägningskombinationer såsom exempelvis utrensningsskontrollerna 8-10 kräver. Maskintidsåtgången för sonderande analyser är utan praktisk betydelse. I modellens produktionstillämpning har sonderande analyser därför kunnat genomföras i varje lägningssteg. Effekterna härav har enbart varit positiva.

4.4 SUMMERING

Schemats kombinatoriska komplexitet gör att en modell för datoriserad schemaläggning måste baseras på heuristiska principer. I mitt arbete med utvecklingen av en sådan modell var det sällan möjligt, att på förhand avgöra vilka effekter olika modelldetaljer hade på schemat i sin helhet. Ibland krävdes veckors, eller månaders, programmerande innan en modelldetalj kunde provas och kanske accepteras, eller förkastas, eller eventuellt omformas och provas på nytt.

Enligt min erfarenhet är det praktiskt omöjligt att på förhand specificera en användbar schemalägningsmodell så ingående, att man fullt ut känner dess prestanda och kan göra programmeringen till enbart en hantverksmässig effektivering av modellens datorisering. Schemaproblemens karaktär gör att man nödvändigtvis måste experimentera fram en fungerande modellkonstruktion just genom programmering och testning av program. Om man från början försöker dokumentera ett komplett schemaläggningssystem i detaljerade programmeringsföresättningar, så blir 'startgroparna' inför programmeringen så djupa, att de med säkerhet blir 'fångstgropar' vari modellutvecklingen fastnar.

På experimentell basis har jag utvecklat och programmerat en heuristisk modell för schemaläggning. Tillsammans med administrativa programrutiner för inputkontroll och outputredigering ingår modellen i ett system för skolschemaläggning. Modellen karaktäriseras av:

- att vara oberoende av skolans timplan
- att bygga på en modellteknisk aggregering av de undervisningsmoment som måste parallellläggas i schemat
- att på heuristisk väg genomföra en schemaplanering med en växelverkan mellan schematekniskt nödvändiga och i modellen kalkylerade allokeringar.

Modellen kräver input i form av tidsrestriktioner för kalsser, lärare och lokaler samt specificiseringar av schemats samtliga kombinationer av ämne-klass-lärare-lokal. Modellanvändaren kan ange en rad olika direktiv och prioriteringar om schemats detaljutformning. Schemasystemet ger utöver själva schemat i klartext även ett antal analys- och kontrollistor. Schemat kan uppdateras med skolans egna ändringar och efter kontroll i datorn skrivs ut på nytt.

5 KUNDUTVECKLING 1971-79

5.1 INLEDNING

I detta kapitel diskuteras de första nio årens produktionsmässiga användning av schemaläggningssystemet. Stabila, delvis svårtolkade och genomgående svårbemästrade tendenser i kundutvecklingen kommer att granskas. I de två följande kapitlen belyses modellanvändningens problematik ytterligare via redovisning av en omfattande brukarundersökning och via analyser av modellens läggningstekniska statistik. Innevarande kapitel baseras huvudsakligen på analyser av kundstatistiken. Som introducerande bakgrundsbeskrivning ges först en punktvis sammanfattning av väsentliga händelser under schemasystemets här aktuella driftperiod. Därefter beskrivs det principiella förfarandet vid systemets introduktion och tillämpning på skolorna. Efter en kortare orientering om principerna för prissättningen av schemasystemets tjänster ägnas kapitlet åt analyser av kundstatistiken. Mitt mångåriga samarbete med systemets brukare samt med dess drift- och servicepersonal har varit av stor och avgörande betydelse i dessa analyser. Fortsättningsvis upprepas inte värdet av denna erfarenhetsbas varje gång den bidragit till olika tolkningar och slutsatser.

5.2 NAGRA HISTORISKA HALLPUNKTER

Utan detaljåtergivande och utan motiv- och konsekvensdiskussioner återges nedan väsentliga hallpunkter under schemasystemets produktionsmässiga tillämpning. Den historiska sammanfattningen inriktas på principiella förändringar av systemet samt viktigare förändringar i dess drifts- och tillämpningsmiljö.

- 1971 En regionalt verksam kommunal datacentral, Kommunernes EDB-central (KEC) i Brøndbyøster, introducerar systemets primärversion över hela Danmark. Efter bakslag med ett tyskt schemaläggningsprogram och efter lyckade experimentkörningar med det här aktuella systemet ställdes det från datacentralens sida stora förväntningar på en datoriserad schemaproduktion. I första hand siktade man på den danska marknaden, men internationaliseringstankar fanns redan från början med i bilden. Under introduktionssäsongen provkördes systemet av 36 danska skolor.
- 1972 Schemaläggningssystemet vidareutvecklas, marknadsförs och -- hålls i produktion av en organisatoriskt och lokalmässigt
- 1973 väl samlad arbetsgrupp, vilken efterhand kom att omfatta

6 medlemmar. Dessa första år präglades av en stark pionjäranda inom gruppen. Via bl a PR-, mötes- och kursverksamhet gällde det för gruppen att etablera en för Danmark ny form av datorstillämpning.

- 1974 Genom fusion mellan KEC och tre andra kommunala datacentraler skapas Kommunedata I/S med separat huvudkontor i Köpenhamn. En organisatorisk enhet, Skoleservice, bildas inom Kommunedata med uppgift att ta sig an kommunala ADB-tillämpningar inom biblioteks- och skolområdena. Schemalägningsgruppen sorteras in under Skoleservice, som i geografiskt hänseende lokaliseras till Köpenhamn.

- 1975 Regionala schemalägningskonsulenter anlitas bland schemasystemets brukare. Konsulenterna ska som Kommunedatas lokalombud svara på frågor systemets kunder. Konsulenterna ska inte agera som aktiva säljare.

Efter årets schemaläggning genomförs en brett upplagd enkätundersökning bland systemets kunder.

- 1976 Ny lag införs för folkskolan i Danmark. Lagen innebär bl a att variationsmöjligheterna ökas vid grupp- och tillvalsundervisningen. Detta medför att schemaläggningen kompliceras.

Schemasystemets modularisering påbörjas. Kunderna erbjuds som alternativ de användningsmöjligheter som i den färdiga modulindelningen motsvaras av modul 1, modul 2+3 och modul 4+5, se appendix 2 angående modulinnebörden. Ca 1/3 av kunderna utnyttjade någon av dessa nya möjligheter.

- 1977 En reklambyrå utformar en 12-sidig reklam- och informationsbroschyr om det modulariserade schemaläggningssystemet, vilket nu döps till Kombi-systemet. Beteckningen Kombi refererar till att det datorlagda schemat skrivs ut för direkt kopiering på en manuell schematavlas pappbrickor. Härigenom öppnades nya möjligheter med en kombination av datoriserad och manuell schemaläggning.

I anslutning till den fullt genomförda modulariseringen införs en ny och modulbaserad prissättning av systemets tjänster.

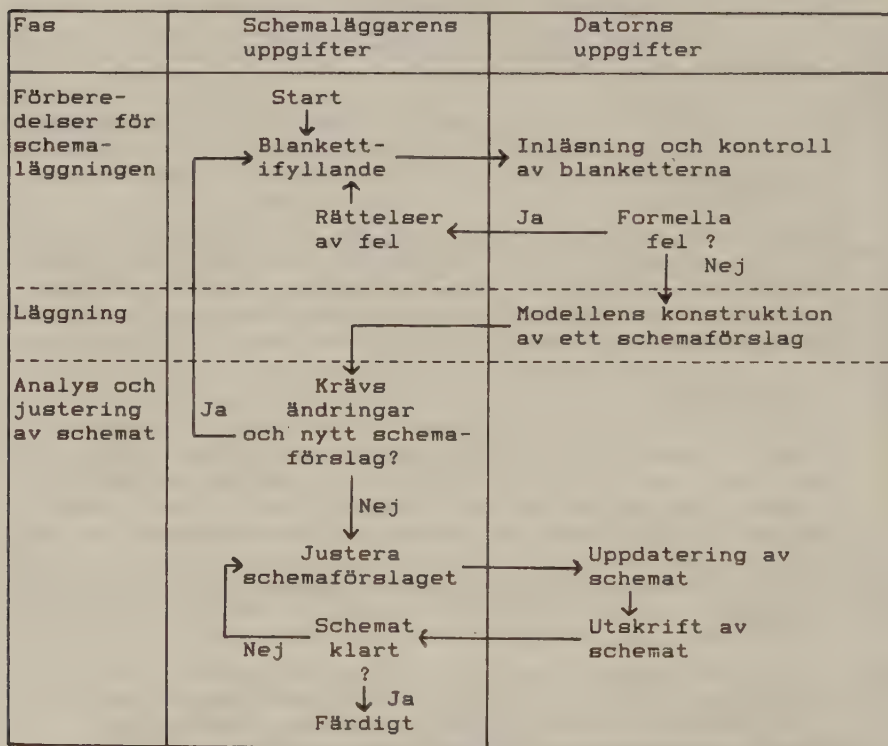
- 1978 Kommunedata omorganiseras i en utvecklingssektor och en service/driftsektor. Inom utvecklingssektorn skapas Udviklingscenter Kultur som bl a ersätter Skoleservice. Driften av Kombi-systemet övertas av service/driftsektorn. Den datoriserade schemaläggningens vidareutveckling och drift är alltså centraliserad till Köpenhamn.

Brukardokumentationen revideras och ges ut i ny upplaga.

- 1979 På grund av personalbrist beslutar Kommunedata att avveckla Udviklingscenter Kultur i Köpenhamn och istället upprätta ett nytt Udviklingscenter Kultur i Ålborg. Härvid överförs driftansvaret för Kombi-systemet till Kommunedatas datacentral i Ålborg.

5.3 PRINCIPIELLT FÖRFARANDE VID MODELLENS ANVÄNDNING

Den produktionsmässiga modell användningen kan ses som en dialog mellan skolans schemaläggare och datorn. Dialogen sker huvudsakligen brevläses. Datacentralens servicepersonal och de regionala konsulenterna kan på eget, eller på schemaläggarens, initiativ gå in i dialogen för att reda ut fel och oklarheter. Den datoriserade schemaproduktionen kan indelas i tre faser. Under den första fasen dokumenteras schemats förutsättningar på systemets blanketter. Därefter följer den egentliga lägningsfasen där lägningsmodellen konstruerar ett schemaförslag. Slutfasen innefattar analyser och justeringar av det maskinlagda schemat. Schemaläggarens dialog med datorn under denna tredelade process illustreras i figur 5.1 nedan.



Figur 5.1 Faserna under datoriserad schemaläggning

Via rundskrivelser, broschyrer och presentationer på olika skolledarmöten har potentiella systemanvändare fått kännedom om schemasystemet. Nästa steg för blivande kunder har varit obligatoriskt deltagande i en kurs med detaljerad utbildning i systemets handhavande, dvs ifyllande av blanketter och tolkning av resultatlistor.

5.4 PRISSÄTTNINGSPRINCIPER

Efter den för skolorna kostnadsfria försöksverksamheten 1971 startades den avgiftsbelagda produktionen 1972. Fram t o m 1976 fick schemaläggarna köra lägningsmodellen ett i princip obegränsat antal gånger mot en fast engångsavgift per klass och med betalning för högst 30 klasser per skola. Klassavgiftens storlek baserades på normalt klassantal per skola så att datorläggningen inte skulle bli väsentligen dyrare än manuellt arveraderad schemaläggning. Avgiften reglerades årligen enligt officiellt pristalsindex. År 1974 var avgiften således 135 dkr per klass.

Vid systemets begynnande modulariseringen 1976, se appendix 2, tillämpades preliminära priser för de nya modulalternativen. Härvid gällde genomgående ett fast grundbelopp per skola och därtill en klassvis avgift utan någon övre betalningsgräns för antalet klasser. 2/3 av 1976 års kundskolor valde att fortfarande utnyttja den gamla driftsformen, detta trots att erbjudandet om enbart en modellläggning av schemat plus utskrift av schemaförslaget på tavelbrickor (motsvarigheten till modul 2+3) var klart billigare. För de skolor som inte redan hade lämplig schematavla krävdes en icke obetydlig tavelinvestering för att den billigare driftsformen skulle kunna utnyttjas.

Under åren 1972-76 kördes lägningsmodellen 4-5 gånger per schema. Det kostade inget extra, utöver arbetsinsatsen, att göra upprepade lägningsförsök med mer eller mindre omfattande ändringar av schemats förutsättningar. Skolornas möjliga resursutnyttjande på datacentralen var alltså väsentligen oberoende av det pris som betalades. Här kan också nämnas att ca hälften av kundskolorna hade mer än 30 klasser. För att åstadkomma en mera rättvisande fördelning och täckning av driftkostnaderna infördes en differentierad och resursproportionell prissättning i samband med den slutliga modulariseringen av schemaläggningssystemet. Fr o m 1977 fick kunderna betala för utnyttjandet av varje modul. Den nya prissättningen innebar också att varje körning av lägningsmodellen debiterades och att den klassvisa avgiften gällde för skolans samtliga klasser. Den nya klassavgiften var dock endast knappt hälften så stor som motsvarande avgift 1976. Vid omläggning av schemat sattes klassavgiften till drygt 60 % av förstagångsavgiften. Enligt gällande lag om pris- och avansstopp fick de nya priserna inte ge en totalt sett högre intäkt för Kommunedata, bara en omfördelning av skolornas totala kostnader för systemets användning. Detta hindrade dock inte att den nya prissättningen kom att styra schemaläggarnas praktiska systemutnyttjande.

De upprepade läggningar som flertalet modellkunder genomförde 1971-76 visade sig sällan resultera i väsentliga schemaförbättringar. Den nya prissättningen, i kombination med modulindelningen, gjorde att antalet läggningar per skola reducerades fr o m 1977. Flertalet skolor genomförde bara en läggning och arbetade i stället vidare med det schemaförslag de då fick. För schemaläggare som tidigare vant sig vid att kunna köra modellen i princip ett obegränsat antal gånger (i ett extremfall kördes samma schema 17 gånger) blev det en ny arbetssituation när

ekonomin på förhand begränsade antalet modellkörningar. I den samlade kundstatistiken kan dock inte utläsas några direkta effekter av den nya prissättningens införande 1975, se vidare kapitel 6. Klassprofilen, antalet klasser per skola, hos 1976 och 1977 års kundskolor visar inga tendenser till att ha påverkats av den klassbaserade prisomläggningen.

5.5 KURSER OCH KURSSTATISTIK 1972-79

Vid de tre fysiska omlokaliseringar, som under åren 1974-79 har gjorts av Kommunedatas schemaläggning, har delar av utbildningsstatistiken gått förlorad. Ur existerande material framgår hur många nybörjarkurser, som hållits under 1970-talet. I fortsättningen används uppskattningen att i genomsnitt 20 personer har deltagit per kurs. Deltagarantalet är därtill något svårtolkat eftersom det i flera fall förekommit att samma skola haft mer än en kursdeltagare. Man kan därför inte direkt tolka antalet kursdeltagare som antalet utbildade systemkunder (en skolenhet = en kund). Uppskattningsvis har i genomsnitt hälften av de skolor/kunder som deltagit på en kurs representerats av två kursdeltagare. Enligt tillgänglig statistik och de ovan angivna uppskattningarna har nybörjarkursernas kvantitativa omfattning sammanfattats i tabell Bl.1 i bilaga 1.

Den markanta nedgången av antalet kurser 1975-76 kan direkt relateras till en policyändring inom Kommunedata. Dels hade kursverksamheten 1972-74 inte givit det förväntade antalet kunder, se vidare avsnitt 5.6, och dels hade utvecklingsarbetet påbörjats kring Skoleårets planläggning, jfr avsnitt 4.3. På grund härav reducerades de utbildnings- och informationsaktiviteter, som riktades mot de direkta användarna av schemaläggningssystemet. Istället bearbetades de kommunala skolförvaltningarna såsom blivande kunder för Skoleårets planläggning. Som alternativ till kursverksamheten för schemaläggare figurerade i detta sammanhanget ett förslag om en uttömmande brukarhandbok. Vad som tidigare sagts på kurserna skulle schemasystemets blivande brukare i stället kunna läsa sig till i handboken. Den ökade kurslängden år 1975-76 är på sitt sätt inkonsistent med handboksförslaget, vilken för övrigt aldrig genomfördes, men motiverades av systemets utbyggnad och modulerisering. Av resurs-skäl kunde det ökade kursantalet 1977 bara ske på bekostnad av en reducerad kurslängd. Utökningen av antalet kursdagar 1979, från 3 till 5 dagar, företogs i samband med Kommunedatas tidigare nämnda organisationsändring år 1978.

Kurserna har varit avgiftsbelagda på en genomgående låg kostnadsnivå, exempelvis 800 dkr/deltagare i 1977 års priser för tre dagars kurs inkl kursmaterial, mat och husrum. Det stora intresset för kurserna, speglat bl a i det stora antalet kursdeltagare, tyder på att kurserna har ett gott rykte och på ett utbrett intresse för datoriserad schemaläggning. Eftersom detta intresse inte lika klart kan utläsas av kundstatistiken för schemaläggningssystemet bör redan här en väsentlig omständighet framhållas. I den kommunala beviljningsordningen finns det ingen automatik som säkerställer att en skola, som sänt sin

schemaläggare på kurs, har reserverade medel för systemets användning. Avsikten med den ovan nämnda omorienteringen mot en förvaltningsinriktad information om schemaläggningssystemet var bl a att befrämja kommunernas benägenhet att bevilja medel för skolornas datoriserade schemaläggning.

Nybörjarkurserna har konsekvent följt en uppläggning som inneburit att genomgångar av systemets blanketter och resultatlistor varvats med exempel och grupparbeten. Ett mindre övningsexempel med ett schema om 5 klasser har körts och diskuterats av kursdeltagarna.

Utöver de nämnda nybörjarkurserna har det efter varje schemaläggningssäsongs (slutar i augusti) hållits dels lokala uppföljningsmöten för systemanvändarna inom de olika konsulentdistrikten och dels hållits centrala fortsättningskurser och diskussionsseminarier. Utbildningsverksamheten i anslutning till schemaläggningssystemet har, i olika former, varit omfattande under en följd av år. Mot denna bakgrund ska systemets kundstatistik analyseras.

5.6 KUNDSTATISTIK 1971-79

Kundstatistiken för Kommunedatas datorbaserade schemaläggning presenteras här dels som en sammanfattning av verksamhetens omfattning och dels som ett underlag för analyser av kundutvecklingen. De statistiska analyserna syftar inte till någon lönsamhetsmässig efterkalkylering av schemamodellens drift. Avsikten är istället att klarlägga eventuella mönster förknippade med schemaläggarnas benägenhet att fortlöpande använda läggningssmodellen.

Schemaproduktionen har varje år registrerats per enskild skolenhet. Denna skolinriktade kundstatistik har ett par väsentliga begränsningar, som måste beaktas i de kommande analyserna. För det första är schemaläggaren som person, jfr avsnitt 5.3, den som primärt använder av schemasystemet. En kundstatistik per skolenhet säger inget om i vilken utsträckning en viss primär-användare, dvs schemaläggare, har utnyttjat modellen. En skola kan t ex ha bytt schemaläggare utan att detta framgår av den här aktuella statistiken. Enligt kommande analyser kan dock befintlig statistik ge en grov antydning om personalomsättningen bland modellanvändande schemaläggare. För det andra är det de kommunala skolförvaltningarna som i ekonomiskt hänseende är systemets huvudsakliga kunder. Genom kommunvisa sammanslagningar av de enskilda skolornas kundstatistik kan också vissa kommunbaserade tendenser utläsas.

Under åren 1971-79 har läggningssmodellen används för konstruktion av drygt 1000-talet schan. Enligt tabell B1.2 i bilaga 1 framgår att det utslutande har varit danska kommunala skolor, som utnyttjat systemet. Eftersom Kommunedata är ett av kommunerna ägt serviceföretag så är det de danska kommunala skolornas schemaläggning, som utgör företagets naturliga schemaläggningssmarknad. Läggningssmodellen har också primärt utvecklats

för den i de danska kommunerna dominerande skolformen, nämligen "folkeskolen". Utöver folkskolorna har också vissa andra danska skolor (privata skolor, gymnasier) samt en del svenska skolor (grundskolor, gymnasier) på eget initiativ blivit schemaläggningskunder hos Kommunedata.

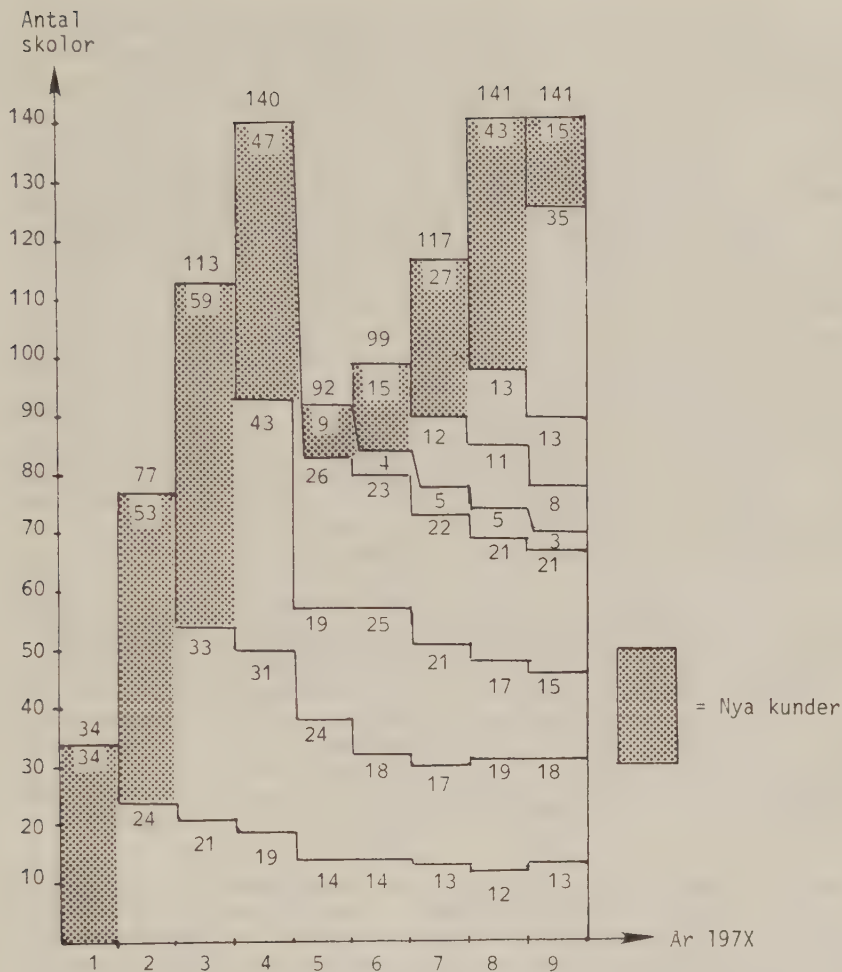
I detta kapitel kommer analyserna av kundstatistiken att gälla de danska folkskolornas modellanvändning. Motiven härför är inte enbart att denna kundgrupp är den helt dominerande. Genom att utesluta de marginella kundgrupperna behöver tolkningarna av analysresultaten inte belastas med diskussioner om principiella särdrag i de olika skolformernas schemaläggning. De marginella kundgrupperna är vidare så små, att separata analyser knappast är meningsfulla. Om inget annat sägs, så kommer alltså "antalet skolor" i fortsättningen att avse antalet danska kommunala folkskolor.

Den årsvisa summeringen av antalet datorschemaläggande skolor visar en klar uppgång åren 1971-74, en markant nedgång 1975 och en förnyad uppgång 1976-78. Dessa volymförändringar jämte det årsvisa tillskottet av nya kunder samt modellojaliteten hos gamla kunder illustreras i figur 5.2 nedan. I figuren kan man årsvis följa hur många kundskolor, som kvarstår av ett visst års nybörjarkunder. Av de 34 skolor som började använda modellen 1971 var således 13 kvar som kunder 1979. Det totala antalet modellkunder ett visst år har alltså i figuren delats in med hänsyn till vilket år de började utnyttja modellen.

Sammanställningen i figur 5.2 föranleder ett antal övergripande frågeställningar om schemamodellens användning under 1970-talet. I fortsättningen kommer följande fem huvudfrågor att diskuteras på basis av kundstatistiken.

- Fråga 1: Varför har inte fler av Danmarks drygt 2000 folkskolor, Undervisningsministeriet (1979), visat intresse för maskinell schemaläggning?
- Fråga 2: Varför har inte den omfattande kursverksamheten resulterat i fler modellkunder?
- Fråga 3: Vad ligger bakom den drastiska nedgången i antalet kunder år 1975-76?
- Fråga 4: Varför har över hälften (56%) av de skolor som börjat använda modellen under perioden 1971-78 fallit ifrån som kunder till 1979?
- Fråga 5: Vad ligger bakom det genomgående stora bortfallet av förstaårskunder?

I följande fem avsnitt tas var och en av de fem frågorna upp till diskussion på basis av befintlig kundstatistik.



Figur 5.2 Antal nya och modellojala kunder per år

5.7 KURSERNAS MARKNADSTÄCKNING

Frågan om varför inte fler skolor börjat använda lägningsmodellen kan formuleras i termer av kommuninriktad marknadsföring. Situationen kring schemasystemet är härvidlag något särpräglad. Systemets betalande kunder, dvs kommunerna, är även Kommundatas ägare. Till skillnad från Kommunedatas huvudsakliga ADB-produktion är datorschemaläggningen inte någon lagstadgad offentlig datorrutin. Marknadsfrågan kommer här bara att berö-

ras via en uppskattning av kursverksamhetens marknadstäckning. Enligt inledningskapitlets avgränsningar är det inte marknadsmässiga aspekterna av den datoriserade schemaläggningen, som utgjort inkörsporten till studiet av modellanvändningen.

Den grova och därför osäkra kursstatistiken, se avsnitt 5.5, indikerar att storleksordningen 1000 skolor har fått personal utbildad på nybörjarkurser under åren 1972-79. Detta antal skolor motsvarar cirka hälften av det totala antalet folkskolor i Danmark. Innan några närmare slutsatser dras härav ska kursstatistikens redan påtalade osäkerhet kompletteras med ytterligare ett par osäkerhetsfaktorer.

Varje schemaläggare som ska använda schemaläggningssystemet måste, som ett obligatorium, ha genomgått en nybörjarkurs. När en folkskola får en ny och icke systemutbildad schemaläggare kan skolan således inte kvarstå som kund med mindre man sänder sin nye schemaläggare på kurs. En och samma skola kan därför ingå mer än en gång i deltagarstatistiken över nybörjarkurserna, se avsnitt 5.10 angående frekvensen av schemalägggarbyten bland kundskolorna. I enstaka fall har det förekommit, att samma schemaläggare bevistat mer än en nybörjarkurs. Omfattningen av dessa dubbleringar finns inte dokumenterad.

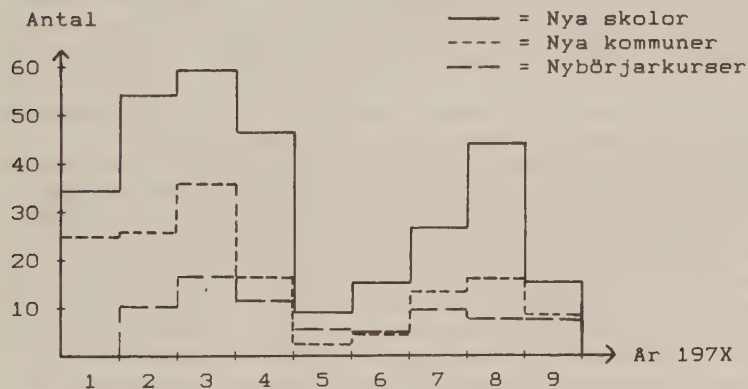
Enligt offentlig statistik, Undervisningsministeriet (1979) och "DEN DANSKE SKOLEHANDBOG" framgår att under 1970-talet har ca hälften av folkskolorna haft mer än 18 klasser. Kommunedatas produktions- och faktureringsstatistik visar att närmare 90 % av modellens kundskolor haft mer än 18 klasser. Dessa tal tyder på att lägningsmodellen endast varit praktiskt intressant att använda för ungefär hälften av totalantalet skolor, nämligen de stora skolorna. Kursstatistiken säger inget om klasstorleken för de deltagande skolorna. Det finns dock inget som föranleder antagande om att det bland kursdeltagarna funnits någon mera betydande andel representanter för små skolor.

Även med beaktande av kursstatistikens osäkerhet kan det konstateras att kursverksamheten under 8-årsperioden 1972-79 har 'fångat in' och utbildat det stora flertalet av lägningsmodellens potentiella kunder. Detta kan i sin tur ses som uttryck för att det på skolorna funnits ett utbrett intresse för datoriserad schemaläggning. Statistiken bekräftar också att kurserna som sådana har fått ett positivt bemötande och vunnit ett gott rykte. Utan ett klart behov av datoriserad lägningshjälp och därtill populära kurser anser jag det varit uteslutet, att man under 8 års tid fortlöpande skulle ha kunnat räkna in bortåt 1500 deltagare på introduktionskurserna i datoriserad schemaläggning. Det första steget mot lägningsmodellens praktiska användning, det obligatoriska kursdeltagandet, har alltså tagits av en imponerande stor mängd schemaläggare, men därmed tycks också många låta sig nöja. I nästa avsnitt görs därför en närmare granskning av förhållandet mellan antalet systemutbildade och antalet systemanvändande skolor.

5.8 KURSERNAS GENERERING AV NYA KUNDER

Frågan om varför endast ca 25 % av de t o m 1979 kursutbildade skolorna börjat praktisera datorschemaläggningen är en i sig intressant och viktig fråga, men den faller i huvudsak utanför ämnet. För klarläggande av orsakerna till att vissa schemaläggare/skolor inte blir modellkunder efter kurserna, krävs primärdata, som inte funnits dokumenterade och ej heller befunnits vara möjliga eller nödvändiga att ta fram i anslutning till den aktuella studien. Primärdatabehovet gäller exempelvis kursdeltagarnas faktiska avsikter med att söka sig till kurserna och schemaläggarnas attityder till modellen efter kurserna. Som tidigare framgått fokuseras intresset på de skolor/schemaläggare som en gång börjat utnyttja modellen. I anslutning till modellens samlade kundutveckling under 1970-talet är denna fokusering också av centralt intresse. Det årliga kundbortfallet, jfr figur 5.2, har varit så stort, att på sikt torde inte enbart nyanskaffning av kunder kunna öka, eller ens upprätthålla, det totala antalet kunder. Kvarhållandet av gamla kunder ter sig minst lika viktigt.

Med utnyttjande av föreliggande dataunderlag kan vissa intressanta mönster spåras när det gäller kursernas generering av nya kunder. I senare kapitel kommer kursverksamheten att tas upp till en mera principiell diskussion när det gäller modellens introduktion och kundernas utbildning. Nybörjarkursernas årsvisa och kvantitativa samband med antalet nya kunder, se figur 5.3 nedan, tas nu till utgångspunkt för den vidare analysen.



Figur 5.3 Kursutbud och nya kunder

Variationerna i antalet kurser avspeglar sig alltså direkt i antalet nya kunder, år 1978 dock undantaget. Ökningen av antalet nya skolor 1978, utan en i jämförelse med andra år bakomliggande ökning av antalet kurser, kan direkt förklaras av ett par lokala kurser som detta år beställdes och avhölls i kommuner som dikterade att skolorna också skulle använda schemalägg-

ningssystemet. Det årsvisa medeltalet av nya skolor och nya kommuner räknat per kurs och per kursdag framgår av tabell B1.3 i bilaga 1.

De årsvisa variationerna i kursernas kundgenerering kan i vissa fall relateras till olika yttre omständigheter. Nedgången av antalet kurser 1975-76 hängde direkt samman med en ändrad marknadsföringsstrategi, se vidare nästa avsnitt. Antalet nya skolor i förhållande till nya kommuner är markant störst åren 1975-76. Eftersom samtliga 6 nya kommuner 1975-76 bara representerades av 1 skola vardera, så var det huvudsakligen skolor i redan befintliga kundkommuner, som blev nya kunder under dessa år. Kursernas effektivitet mätt i antal nya kommuner per kurs och per kursdag visar samtidigt en klar nedgång. Motsvarande, om än inte lika markanta, nedgång gällde även för nya skolor per dag och kursdag. Under 1977-78 skedde en klar återhämtning av såväl nya skolor som av nya kommuner. Till bilden här hör också att schemasystemets modularisering, jfr appendix 2, började införas 1975. Kunderna fick härigenom ett bredare och mer differentierat produktutbud. Detta till trots gav kurserna, som därtill utökades till 4 och 5 dagar, Kommunedata ett mindre kundutbyte.

Det är vanskligt att enbart utifrån statistiken avgöra vad som i tabell B1.3 är slumpvariationer och vad som är systematiska samband. I tabellen kan det noteras att den genomgående lägsta kurseffektiviteten, mätt i nya kunder, uppträder under år när kurserna varit längst, dvs haft 4-5 dagars varighet. De redovisade värdena bevisar självklart inte att nybörjarkursernas längd är oväntat proportionell mot kursernas kundgenererande effektivitet. Eftersom det för åren 1978-79 inte kan anföras några andra faktorer som direkt kan relateras till den låga kundrekryteringen 1979, så ska kurslängden granskas närmare för 3-dagarskurserna 1978 och 5-dagarskurserna 1979.

Kombi-systemet har inte förändrats i någon för kunden märkbar grad under de två aktuella åren. Försäljningspriserna har enbart höjts i takt med officiella prisindex. Kurserna har haft principiellt samma innehåll, uppläggning och kursledning. De tidigare omtalade två kommunspecifika kurserna 1978 gav sammanlagt 12 nya skolor i de aktuella kommunerna. Om dessa två kurser med tillhörande nya skolor, kommunerna var sedan tidigare kunder, utesluts från effektivitetsberäkningarna så erhålls för 1978 värdet 5,17 avseende nya skolor/kurs och 1,72 avseende nya skolor/kursdag. De justerande värdena är alltså fortfarande klart högre än motsvarande värden, 1,88 och 0,38, för 1979.

Vid jämförelse mellan 3-dagarskurserna 1978 och 5-dagarskurserna 1979 bör beaktas att antalet nya kunder för den i Kombi-systemet fristående tillvalsmodulen, modul 1. Schemalägningsmodellen ingår i modul 2 och modulerna 3-6 är kompletteringsmoduler till modul 2. År 1978 tillkom 7 och år 1979 10 nya kunder, som enbart använde sig av modul 1. Övriga nya modul 1-kunder använde även modul 2 och ingår därför bland de i tabell B1.3 redovisade nya kunderna. Inklusive de två kommunspecifika kurserna 1978 och inklusive de nya separata modul 1-kunderna får 1978 effektivitetsmåtten 6,25 för kurserna och 2,08 för kursdagarna. Motsvarande värden för 1979 är 3,13 och 0,63. Ute-

sluts de två kommunspezifika kurserna och de därav genererade nya kunderna får 1978, inklusive de separata modul 1-kunderna, effektivitetsvärdena 6,00 och 2,00. De observerade skillnaderna mellan kursernas kundgenererande effektivitet 1978 och 1979 gäller alltså även när kunder till modul 1 beaktas.

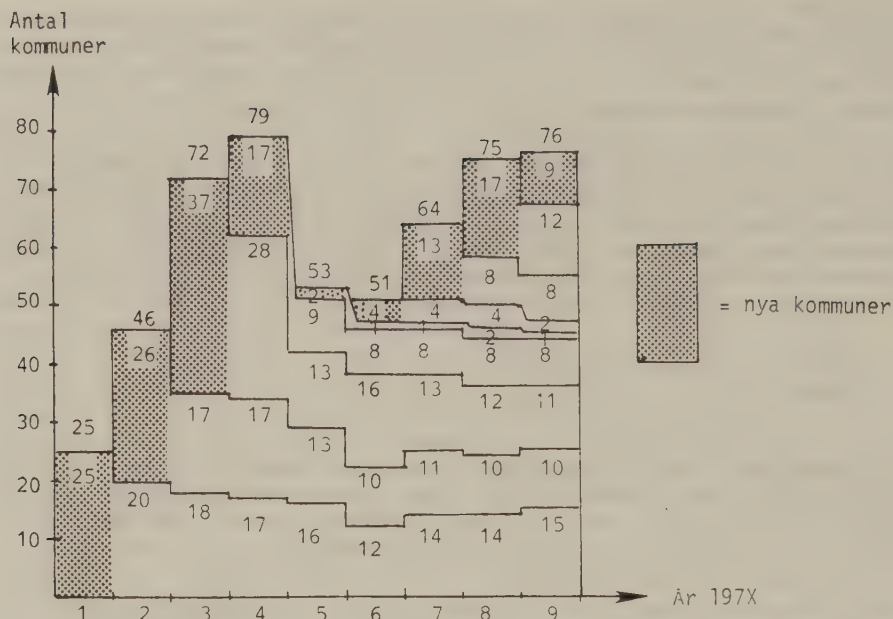
Den kombinerade kurs-kundstatistiken visar att nya kunder har genererats i proportion till antalet nybörjarkurser. Varje år har det kommit 2-5 nya kundskolor från varje kurs. Därtill verkar det som om kundtillströmningen tenderar vara omvänt proportionell mot nybörjarkursernas längd. Detta senare samband indikerar att kursverksamheten kan dölja några för modellanvändningen generellt intressanta förhållanden.

5.9 DET LÅGA ANTALET KUNDER 1975-76

Det drastiskt låga kundantalet under åren 1975-76 bör ses i relation till en rad händelser inom och utom Kommundata. Jag kommer här bara att peka på några orsakssamband, dock utan försök till kvantifieringar av enskilda händelserns direkta eller samverkande effekter på kundantalet.

Enligt figur 5.2 kan det låga kundantalet 1975 förknippas med både få nya kunder och en osedvanligt stor förlust av gamla kunder. För 1976 var det fortfarande en låg nyanskaffning av kunder medan kundförlusterna detta år återgått till en mera 'normal' nivå. En sammanställning av nya och modellojala kundkommuner att det årsvisa kundmönstret för de enskilda skolenheterna även gäller på kommunnivå, se figur 5.4 nedan. En kommun definieras som kundkommun ett år när någon skola i kommunen använder lägningsmodellen.

Den låga nyanskaffningen av kunder 1975-76 kan ses som en direkt konsekvens av den då neddragna kursverksamheten. Det jämförelsevis ringa kursutbudet var i sin tur ett utslag av satsningen på den kommuninriktade marknadsföringen av schemasystemet. Kundstatistiken visar inga positiva effekter av den kommuninriktade marknadsföringen 1975-76. I föregående avsnitt konstaterades att de nya skolor som värvades 1975-76 i jämförelsevis hög utsträckning låg i kommuner som redan var kunder. Därtill var 1975 och 1976 de år som gav minst antal nya kundkommuner per kurs och per kursdag. Dessa statistiska observationer anger, att det var ovanligt få nya kommuner, som sände sina schemaläggare på nybörjarkurser under de här två aktuella åren. Trots, eller kanske just på grund av, den kommuninriktade marknadsföringen kan en sådan konsekvens inte anses vara principiellt orimlig. Schemaläggningen är, som framkommit i kapitel 2, en planeringsuppgift, som primärt och av tradition hör hemma på den enskilda skolan och inte i kommunens centrala skolförvaltning. Om en skolas datorutnyttjande i schemaläggningen skulle stå och falla med kommunens anslag, så håller jag för troligt att framställningar från skolans egna företrädare har avsevärt större argumentationstyngd i beslutsprocessen än exempelvis en allmän produktinformation riktad mot den kommunala skolförvaltningen.



Figur 5.4 Antal nya och modellojala kundkommuner per år

Antagandet om att den svaga nyrekryteringen 1975-76 ligger på kommunnivå kan delvis finna ytterligare stöd i de uträkningar som redovisas i tabell B1.4 i bilaga 1. Eftersom medeltalet kundskolor per kommun visar sig vara genomgående stabilt för hela statistikperioden, så skulle det stora kundbortfallet 1975 kunna sättas i samband med att ett betydande antal kommuner detta år helt drog in anslagen för datorschemaläggning. Den höga andelen kundkommuner med bara en kundskola, se tabell B1.4, indikerar dock möjligheten av en annorlunda utgångspunkt för förklaring av kundbortfallet. Ställningstaganden av enskilda schemaläggare/skolor om att man, oavsett anslag, inte vill/kan/vågar använda lägningsmodellen vidare skulle i många fall vara liktydigt med att kommunen ifråga också förevinner som kund. Nedgången i kundantalet 1975-76 kan också relateras till ett par omständigheter, som direkt kan tänkas ha påverkat schemaläggarna i deras beslut angående systemets användning.

Den år 1975 antagna nya lagen för de danska folkskolorna innebar delvis nya schemalägningsbetingelser, främst i fråga om utökade kombinationsmöjligheter för elevernas ämnesval. De nya bestämmelserna ledde på många skolor inte bara till administrativa förseningar utan även till osäkerhet om hur det nya schemat överhuvudtaget skulle läggas. Lagens tillämpning gjorde att inte bara gamla utan även potentiellt nya kunder blev betänkliga inför beslutet att låta lägningsmodellen hantera en delvis ny och okänd schemaproblematik.

Kundsituationen 1976 kan även relateras till den då igångsatta modulariseringen av schemaläggningssystemet med åtföljande nya driftsförhållanden. Den kombinerade dator/tavelläggningen presenterades som en ny schemaläggningsprodukt i en 12-sidig flerfärgsbroschyr. Tanken att komplettera den tidigare datorläggningen med en gammaldags manuell tavla uppfattades av många som ett steg tillbaka i utvecklingen och en kapitulation inför svårigheterna att direkt via datorn få ett färdigt schema. Enligt den tidigare diskussionen om de såväl praktiska som teoretiska begränsningarna för maskinell schemaläggning var dock dator/tavelkombinationen i själva verket en väsentlig produktutveckling, vilken emellertid initialt stötte på visst motstånd.

Det kan inte uteslutas att Kommunedatas begynnande informationsverksamhet om ett tilltänkt, heltäckande och integrerat skoladministrativt system, jfr avsnitt 4.3, kan ha haft en negativ effekt på tillströmningen av nya kunder till Kombi-systemet. En kunds köpbägenhet torde i princip reduceras, eller i vart fall inte befrämjas, när säljaren informerar om att produkten ifråga inom kort kommer att vara föråldrad och att det då i stället kommer en nyutvecklad och mera avancerad ersättningsprodukt. Sammanfattningsvis kan det jämförelsevis låga kundantalet 1975-76 kopplas samman med följande förhållanden:

- Ett lågt antal nybörjarkurser
- En omlagd marknadsföringsstrategi
- En ny lag för folkskolan
- En påbörjad modularisering av systemet med åtföljande ändringar i dess utnyttjande
- Marknadsinriktad information om tilltänkt ersättningsystem

5.10 BORTFALLET AV KUNDER 1972-79

Frågan om varför en betydande andel av läggningens modellens kunder upphör med modellenanvändningen bör givetvis utredas på basis av kundernas egna erfarenheter och uppfattningar, se vidare kapitel 6 och redovisningen av en omfattande brukarundersökning. Den samlade kundstatistiken kan dock ge en rad intressanta upplysningar om genomgående tendenser i kundbortfallet.

Av figur 5.2 framgår att sannolikheten för att en skola ska upphöra med modellenanvändningen avtar i takt med antalet år skolan varit kund. I figuren visas bara de årsvisa nettoförändringarna inom grupperna av varje års nybörjarkunder. Detta betyder att i den årsvisa uppföljningen av varje års nybörjaromgång har en skolas bortfall kvittats mot en förutvarande kundskolas återkomst efter minst ett års bortovaro. En närmare analys av kundbortfallet kan därför inte direkt baseras på talen i figur 5.2 utan bör i stället grundas på det faktiska antalet skolor som slutat med modellenanvändningen. I tabell B1.5 redovisas en bruttobaserad avhoppstatistik. Kundavgångarna har i denna tabell relaterats till antalet år i rad, som skolan varit kund före sitt avhopp.

Underlaget för tabell B1.5 är alla skolor, som använt lägg-ningsmodellen åren 1971-78 och som avbrutit eller fortsatt en sammanhängande sekvens av kundår under perioden 1972-79. Helt naturligen måste antalet skolor avtaga i takt med stigande antal kundår. Eftersom år 1975 utgör ett helt speciellt år ifråga om kundbortfall, jfr föregående avsnitt, så har bortfallsanalysen gjorts såväl med som utan beaktande av bortfallet år 1975. I högra delen av tabell B1.5 har således varken avbrutna eller fortsatta kundsekvenser för 1975 tagits med i summeringen av antalet skolor. Trots detta ingår 1975 på ett indirekt vis även i tabellens högersida, nämligen via de kundsekvenser som sträcker sig över och inkluderar år 1975. Det senare gäller exempelvis de 6 veteranskolor som inom kundstatistikens ramar använt modellen maximalt, dvs i 9 år. Av de 34 pionjärskolorna anno 1971, se figur 5.2, var 13 st kunder 1979 men endast 6 av dessa 13 har använt modellen kontinuerligt från 1971 till 1979.

Givet upplysningen att en skola varit kontinuerlig kund i ett visst antal år (1-8 år) så uttrycker avhopsprocenten i tabell B1.5 med vilken sannolikhet skolan kommer att upphöra med modellanvändningen nästföljande år. Oavsett om det speciella avhopsåret 1975 inkluderas eller ej, så visar det sig att ca 1/3 av förstaårskunderna faller ifrån. Bortfallsprocenten är sedan avsevärt lägre efter två års modellanvändning, i synnerhet om 1975 inte beaktas. Med undantag för de 6 skolor som kört modellen i maximala 9 år visar tabellen en överraskande stabil procentsats för avhopp, som sker efter mer än 2 års kontinuerlig modellanvändning. Denna procentsats, som oavsett hänsynstagnad till 1975, ligger i intervallet 10-15 % tolkar jag som en storleksangivelse av den normala tjänsteavgången för modellanvändande schemaläggare. Enligt denna tolkning skulle kundavgångar efter mer än 2 års modellanvändning inte primärt ha samband med modellläggningen i sig. Om en schemaläggare byter skola, går i pension, får ny tjänst eller av annan anledning upphör med att lägga schema, så bör dylika händelser inträffa oberoende av om läggningsmodellen använts eller ej. Det kan lätt uppstå ett kontinuitetsbrott i modellanvändningen när en schemaläggare lämnar sin post. I princip har det varit upp till den nye schemaläggaren att själv ta ställning till om han/hon vill börja använda modellen. Enligt kundstatistiken visar det sig också att kontinuitetsbrott uppträder i de enskilda skolornas modellanvändning, se vidare nedan.

Utifrån antagandet att den stabila avhopsprocenten (10-15 %) för kunder med mer än två års kontinuerlig modellanvändning är uttryck för en 'naturlig' avgång bland modellens primärkunder, så visar tabell B1.5 att 1-årskunderna har en 'övernaturlig' avgång av storleksordningen 15-20 %. Motsvarande tal för 2-årskunderna, utan beaktande av extremåret 1975, ligger på 5-10 %. Dessa procenttal motiverar en närmare granskning av 1-årskundernas avgångar. I nästa avsnitt görs sådana analyser bl a på årsbasis.

Enligt figur 5.2 har sammanlagt 244 olika skolor använt lägg-ningsmodellen åren 1971-77. Dessa skolor har under åren 1973-79 haft principiella möjligheter att avbryta och återuppta modell-användningen. Av tabell B1.5 framgår det att totalt 204 avhopp har registrerats under åren 1972-79. 20 av dessa avhopp hänfö-

sig emellertid till skolor som har lämnat modellen just 1979, se vidare härom i tabell B1.8. Kvar blir så 184 avhopp under 1972-77 som har haft en principiell möjlighet att under 1973-79 bli kompenserade av att samma skola åter blir kund. Om ett avhopp skulle vara definitivt, dvs skolan aldrig blir kund på nytt, så skulle det 1979 kvarstå 244-184=60 skolor av nybörjarna från 1971-77. Enligt figur 5.2 finns det emellertid år 1979 kvar 90 stycken av denna grupp nybörjarskolor. Dessa 90 skolor kvarstår sedan det från 1978 till 1979 räknat har bortfallit 9 skolor bland 1971-77 års nybörjare. Dessa 9 skolor har alltså inte haft möjlighet att inom den aktuella statistikperioden återuppta modellanvändningen.

De ovan redovisade talen visar att en skolas kundavhopp inte generellt kan tas som ett bindande bevis för att skolan inte senare kan återkomma som kund. En närmare analys av kundskolornas avhopp och återkomst framgår av tabell B1.6 i bilaga 1. Återkomstprocenten är högst för bortfall, som skett under de inledande åren. Ju tidigare avhoppet sker ju fler återkomstår står ju till buds. Det bör här observeras att det i såväl absoluta som i relativa tal stora bortfallet 1975 kompenseras av en förhållandevis hög återkomstprocent. En fjärdedel av de skolor som 1975 drabbades av de tidigare diskuterade störningsmomenten, och som detta år hoppade av, återkommer alltså under perioden 1976-79. Sammanfattningsvis har närmare 23 % av de under tiden 1972-78 registrerade kundavhoppen inte varit definitiva räknat fram till 1979. De 184 kundavhoppen fördelar sig på 169 olika skolor. 15 skolor har avbrutit modellanvändningen 2 gånger. De 42 kundåterkomsterna fördelar sig på 37 olika skolor. 5 av de ovan nämnda 15 skolorna har återkommit som kunder efter båda avhoppen. Baserat på enskilda skolenheter betyder detta att 22 % av de skolor som en eller två gånger upphört med modellanvändningen 1972-78 har återkommit som kunder 1973-79.

En inom Kommunedata ofta anförd huvudförklaring till varför skolorna avbryter, eller inte ens påbörjar, modellanvändningen har varit indragna eller uteblivna kommunala anslag. Eftersom det inte finns systematiskt insamlade och dokumenterade data, som kan bekräfta anslagens roll i sammanhanget, så kan även andra förklaringsgrunder övervägas. I första hand tänker jag här på att primäranvändarnas eventuella beslut om att inte vilja fortsätta med modellanvändningen kan ha haft en avgörande inverkan på skolornas kundlojalitet. Kundstatistiken kan utnyttjas för en indirekt belysning av i vilken utsträckning de avgörande besluten bakom kundavgångarna kan lokaliseras till de kommunala skolförvaltningarna eller till de enskilda skolorna/schemaläggarna. I tabell B1.7 redovisas en sammanställning av hur samtliga de 204 registrerade kundavhopp, uppdelade på nybörjarkunder och flerårskunder, kan grupperas enligt olika kundförhållanden, som är intressanta i samband med kundavgångarna. Den primära avsikten med tabellen är att indirekt belysa i vilken omfattning kundbortfallet kan hänföras till beslut fattade av de enskilda schemaläggarna.

Utifrån det rimliga antagandet att en kommun för samma beviljningspolitik gentemot samtliga sina skolor bör man, för de fall där andra skolor under det aktuella året antingen fortsätter eller börjar med datorläggning, kunna våga dra slutsatsen, att

avhoppen här kan hänföras till lokala beslut på den enskilda skolan. Situationen blir något svårtolkad i de fall där ingen annan skola i kommunen använder modellen samma år. När andra skolor i kommunen under tidigare år har varit kunder kan avhoppet knappast ses som utfallet av en försöksverksamhet initierad och avbruten av kommunen. Skolan bör därför kunna anses ha varit den som beslutade om att upphöra med verksamheten.

När andra skolor i kommunen först under senare år blir kunder så kan man inte dra några indirekta slutsatser om var avbrottsbeslutet har fattats. Samma sak gäller för de fall där skolan ifråga varit ensam kund i sin kommun. Visserligen har en del av dessa ensamkunders avhopp följts av att skolan under senare år återkommit som kund. Här vet vi dock inget om huruvida dessa avhopp och återkomster är utslag av en eventuell förändrad beviljningspolitik. För att inte övertolka statistiken i tabell B1.7 har samtliga avhoppsfall med ensamkunder i kommunen hänförts till den ospecificerade kolumnen med antingen skol- och/eller kommunbeslut.

Försöken till indirekt härledning av avhoppens beslutsfattare visar följande klara tendenser, allt enligt tabell B1.7. Av de 204 registrerade kundavhoppen från 1971 till 1979 har det i 132 fall (65 %) förekommit att kommunen ifråga före, efter eller framförallt under det aktuella avhoppsåret har haft andra skolor som kunder. Enligt tabellen bör man därför i en dominerande andel av fallen kunna hävda att det varit den enskilda skolan som här stått för avhoppsbeslutet. Tendensen är helt entydig för flerårskunderna och markant klar även för 1-årskunderna. När alla bortfall för skolor, som är ensamma kunder i sin kommun, placeras i den ospecificerade besluts-kolumnen så visar den indirekta analysen totalt sett, att över hälften av avhoppen på goda grunder kan ses som konsekvenser av beslut på de enskilda skolorna och inte i de kommunala skolförvaltningarna. Tendensen framträder klarast för flerårskunderna. Totalmönstret för hela statistikperioden går igen under varje år varför en årsvis sifferredovisning här utelämnas. Frågan om varför kunderna hoppar av bör således söka sitt svar på de enskilda skolorna, hos de primära modellanvändarna, hos schemaläggarna. I nästa kapitel redovisas en enkätundersökning bland modellens primära kunder.

5.11 BORTFALLET BLAND FÖRSTAÅRSKUNDERNA

En skola/schemaläggare kan börja med datorläggning av schemat som en form av försöksverksamhet. Det finns inga bindande förpliktelser, som säger att man måste fortsätta med modellläggningen kommande år. I och med att kundstatistiken utvisar att ca 1/3 av alla förstaårskunder inte fortsätter att använda modellen, så ligger det nära till hands att dra slutsatsen, att försöken här inte motsvarat ställda krav och förväntningar. Enligt den i föregående avsnitt gjorda tolkningen om en (10-15)-procentig 'naturlig' avgång bland schemaläggarna blir 15-20 procent av kundavgångarna direkt förknippade med förstaårsanvändningen av modellen. Detta är en så hög avgångsprocent att den föranleder närmare utredningar.

Till att börja med ska kundavhoppen kartläggas årsvis, detta för att kunna konstatera om avgångsprocenten för 1-, 2- och flerårskunder har följt någon trendliknande förändring under statistikperioden. I tabell B1.8 redovisas hur många kunder som varje år har fortsatt eller slutat med sin modellanvändning. Kunderna är grupperade i de ovan använda kundkategorierna. 1-årskunderna uppvisar en till synes mycket varierande avhopsprocent från 1972-79. Med beaktande av olika störningsmoment som inträffat olika år, speciellt år när procenttalen är höga, framträder emellertid ett i grunden enhetligt avhoppsmönster för 1-årskunderna. Följande årsvisa kommentarer kan göras kring avhoppstalen.

År 1972 var andra året systemet kördes och de 'gamla' kunderna utgjordes här av de försöksskolor som deltagit under föregående års systemintroduktion. Avhoppen bör därför här till viss del spegla de problem och den osäkerhet som var oundvikliga under premiäråret. Anledningen till att avhoppen 1973 låg på en förhållandevis hög nivå kan inte i efterhand spåras till någon speciell händelse eller omständighet. Det kan noteras, att under 1973 låg såväl 1-årskunderna som 2-årskunderna ca 10 procentenheter över motsvarande värden för 1974. En eventuell extraordinär avhoppsförklaring för 1973 kan därför inte uteslutas.

1974 tecknar sig som ett 'normalår' lämpligt att ta som utgångsår för den fortsatta analysen. 1-årskundernas avhopp är här ca 25 % och övriga kunder ligger på ca 15 %.

1975 och 1976 inträffade de tidigare diskuterade störningsmomenten vars effekter här kan avläsas i drastiskt höjda avhoppstal för alla kundkategorier. Antalet fall är så ringa för det totala antalet 1-årskunder 1976 att procentvärdet här inte blir meningsfullt att använda för jämförelser. För flerårskunderna visade sig avgångarna vara avsevärt mindre 1976 än 1975. Det stora 'raset' inom alla kundkategorier inträffade, som tidigare framkommit, år 1975. För 1977 låg 1-årskunderna åter på ca 25 % medan övriga kunder visade ungefär halva detta procenttal. 2-årskunderna är så få under 1977 att procenträkning här saknas mening.

Under 1978 visade 1-årskunderna en drastisk ökning i avhoppen (47 %), vilket dock inte har någon motsvarighet i ökningsförändringar för andra kunders avhopp. En högst trolig förklaring till detta utfall är de produktionsproblem med åtföljande förseningar och omkörningar, som inträffade 1977. De nya kunder som 1977 drabbades av produktionskörningar kan självklart antas reagera mera negativt på detta än gamla kunder, som tidigare upplevt störningsfriare produktionsår. 1979 visar så avhoppsprocenten åter en 'normal' bild med 1-årskunderna drygt 10 procentenheter över andra kundgrupper.

5.12 SUMMERING

Danmarks schemaläggare har visat ett stort och bestående intresse för datorbaserad schemaläggning. Under tidsperioden 1972-79 har ca 1000 skolor sändt deltagare till Komunedats kurser om Kombi-systemets användning. Av dessa skolor har endast en fjärdedel blivit kunder på systemet. Enligt kursstatistiken tenderar kursernas längd (3-5 dagar) vara omvänt proportionell mot kusernas kundgenerering.

Efter ett års modellanvändning har ca en tredjedel av kundskolorna inte fortsatt med datorbaserad schemaläggning. En lång rad av utvecklings-, marknadsförings- och serviceåtgärder under 1970-talet har endast kunnat sänka det årliga kundbortfallet med några få procentenheter.

Kundstatistiken visar att de primära systemanvändarna, dvs schemaläggarna, framför kommunernas skolförvaltningar har en nyckelroll vid beslut om schemasystemets användning.

6 BRUKARUNDERSÖKNING 1975

6.1 INLEDNING

I detta kapitel redogörs för en omfattande enkätundersökning bland systemets brukare. Undersökningen genomfördes omedelbart efter 1975 års schemasäsong. Efter kortare redogörelser för undersökningens bakgrund, uppläggning och genomförande diskuteras dess representativitet för systemets behandlade produktionsperiod. Därefter presenteras en sammanfattning av undersökningens primära enkät svar. Modellanvändarnas direkt uttryckta förslag om förbättringar tas upp i anslutning till de faktiska åtgärder, som vidtogs efter undersökningsåret. Därefter diskuteras kundbortfallet mot bakgrund av vad schemaläggarna redovisar som kommunernas inställning till datorbaserad schemaläggning. Senare delen av kapitlet ägnas åt mera djupgående analyser och tolkningar av schemaläggarnas svar, speciellt i relation till nästföljande års kundbortfall.

6.2 UNDERSÖKNINGENS BAKGRUND

Efter 1974 års schemaproduktion konstaterades att kurserna dithills inte givit förväntat antalet kunder och att ca var tredje ny kundskola föll bort varje år. Okända hinder bromsade den datoriserade schemaläggningens utbredning. En förbättring av kundutvecklingen var starkt påkallad, frågan var bara vad som borde göras. Skulle en satsning på produktutveckling, annan prissättning, förändrad marknadsföring, annorlunda brukarutbildning eller nedläggning av verksamheten vara lämpliga åtgärder?

Enligt min organisatoriska hemvist i Kommunedata var det inom produktutvecklingen jag eventuellt skulle kunna bidra till i tingens bättre tillstånd. Med avsikten att ta fram ett empiriskt grundat beslutsunderlag om hur systemet borde utvecklas och förändras, för att bättre svara upp mot brukarnas krav och önskemål, planerade jag en brett upplagd enkätundersökning bland 1974 års systemkunder. Undersökningen kunde genomföras först ett år senare, dvs omedelbart efter 1975 års schemaproduktion. Efter schemaläggningssäsongen 1974 beslutade nämligen Kommunedata att införa den primärt förvaltningsinriktade strategin för marknadsföringen av schemasystemet. Strategiändringen grundades bl a på antagandet att såväl den ringa tillströmmingen av nya kunder som bortfallet bland gamla kunder berodde på en restriktiv beviljningspolitik i kommunerna. I och med detta strategiska beslut fanns det ingen anledning att försöka ställa

alternativa, och direkt brukarinriktade diagnoser på kundproblematiken. Till bilden hör också Kommunedatas strävan att få in schemasystemet i de marknadsmässiga och produktionsmässiga fallor, som generellt gällde för företagets övriga verksamhet. En särbehandling av schemaläggningen kunde, trots dess principiella särart som en heuristiskt problemlösande programprodukt, inte accepteras. Enligt Kommunedatas homogenitetssträvan skulle en brukarundersökning riktad mot ett systems primära och individuella brukare vara ett klart traditionsbrott. För Kommunedata som organisation låg nämligen kund- och brukarbegreppen på kommun- och förvaltningsnivå, ej på individnivå.

1975 års produktion visade på en drastisk nedgång i det totala antalet kunder. Sedan drygt 40 % av 1974 års kunder inte återkommit 1975 befanns det hösten 1975 vara befogat med en undersökning av de individuella systemkundernas erfarenheter från, och synpunkter på, schemasystemets användning.

6.3 SYFTE, UPPLÄGGNING OCH DATAINSAMLING

Alltsedan schemasystemets introduktion hade fortlöpande förbättringar och effektiviseringar genomförts, jfr kapitel 4. Mot bakgrund av det intill 1975 sviktande kundunderlaget kunde det dock antas att systemet fortfarande hade allvarliga brister och/eller var alltför besvärligt att använda. Undersökningens huvudsyfte blev därför att klarlägga vad kunderna ansåg vara systemets största brister och i vilka avseenden användningen var besvärlig. Brukarundersökningen gjordes inte för att testa några på förhand uppställda och detaljerade hypoteser. Utifrån antagandet att brukarna hade svårigheter vid modellanvändningen gällde det snarare att dokumentera de genomgående brukarsvårigheternas art och omfattning. Fem års drift av schemaläggnings-systemet gjorde att undersökningen inte kan sägas ha skett förutsättningslöst.

Under systemets produktionsmässiga användning gjorde schemaläggare ibland fel vid inkodningen, eller begick misstag vid tolkningen av modellens resultat. Under den korta och hektiska schemaläggningssäsongen var det svårt att få en samlad bild av hur representativa olika fel var. Under produktionsperioden var det datacentralens allt överskuggande uppgift att fortast möjligt expediera skolornas beställningar. Kommunikationen och dataöverföringen mellan datacentralen och skolorna skedde huvudsakligen per post. Mindre korrigeringar av schemadata samt expressmeddelanden kunde utväxlas via telefon.

En av undersökningens centrala frågeställningar gällde huruvida något visst slag av modellerfarenheter var utmärkande för den nämligen antas ha betydelse för om schemaläggarna ånyo kommer igen. Frågor relaterade till kundavgångarna bör vid första påseendet lämpligen ställas och besvaras i direkt anslutning till att en schemaläggare övergår från datoriserad till manuell schemaläggning. Med hänsyn till schemaläggningens årscykel är det svårt att fastställa en generellt lämplig tidpunkt för besvarandet av dylika frågor. I anslutning till en just avslutad

schemaläggning, när modellerfarenheterna är aktuella för modellkunderna, är det troligen svårt att få bindande svar på frågan om man även nästa gång, dvs om 10-11 månader, kommer att nyttja modellen. Å andra sidan torde det också vara vanskligt att börja utfråga en kund om årsgamla detaljerfarenheter när det står definitivt klart, att kunden ifråga inte återkommer som modellanvändare. Brukarundersökningen 1975 innehåller ingen fråga om huruvida schemaläggarna avser att utnyttja modellen även år 1976. Undersökningsstrategin var istället att frågorna skulle gälla erfarenheter och attityder fram till 1975 års schemaläggning. Efter 1976 års schemasång skulle det så vara möjligt att relatera 1975 års brukarsynpunkter till nästföljande års faktiska kundbortfall. Vid en sådan jämförelse beaktas inte alla övriga motiv och händelser, som kan ha påverkat schemaläggarna under det mellanliggande läsåret. Av resursskäl var det inte möjligt att fortlöpande följa upp vad som tilldrog sig på de totalt över 100 skolor som använde läggingsmodellen under 1975.

Undersökningspopulationen var geografiskt spridd över hela Danmark och inom Sverige från Skåne upp till Mälardalen. Personliga besök och intervjuer på alla skolor var av tids- och resursskäl inte möjligt. Ett begränsat antal intervjuer skulle visserligen ha varit möjliga men skulle samtidigt resa besvärliga frågor om deras representativitet för hela kundgruppen. Undersökningen avsåg ju att ge en helhetsbild av kundernas erfarenheter från, och attityder till, modellanvändningen. Telefonintervjuer skulle varit en möjlig datainsamlingsväg, men tedde sig mindre lämpliga med hänsyn till undersökningens syfte och omfattning. Vid en telefonintervju av schemaläggarna skulle utfrågaren ofrånkomligen få ett samtalsmässigt övertag, dels genom att stå som initiativtagare till samtalet och dels genom att föra samtalet enligt en på förhand uppgjord, men för schemaläggaren okänd, frågelista. Möjligheten att via telefon inhämta svar på en i förväg utsänd och av schemaläggarna begrundad frågelista övervägdes aldrig. En ostrukturerad telefonförfrågan i stil med "Har du haft några svårigheter med modellen och i så fall vilka?" skulle uppenbart ha gått snabbt att genomföra men skulle också leda till analysmässiga svårigheter. Dels föreföll det vanskligt att sammanställa en helhetsbild av brukarsvårigheterna på basis av fria samtalsintervjuer och dels fanns det ett antal problemområden och frågeställningar som på förhand framstod som väsentliga att få belysta via likalydande frågor till samtliga modellkunder. Vidare skulle svaren inte kunna lämnas anonymt vid telefonintervjuer. Sammanfattningsvis bedömdes alltså såväl direkta som telefoniska intervjuer som mindre lämpliga för datainsamling. Modellkundernas erfarenheter och attityder insamlades istället via ett traditionellt förfarande med postenkät.

Ett frågeformulär med följbrev sändes ut den 25 augusti med anmodan om returnering före den 15 september. Formuläret sändes till samtliga 109 skolor/schemaläggare, som använt läggingsmodellen under 1975 års schemaläggningssång. Efter angivet svarsdatum gjordes telefonisk påstötning hos ett fåtal skolor som då inte hörts av. Sammanlagt inkom hela 92 ifyllda och användbara samt 7 ofullständiga och inte användbara svarsformulär. Trots enkätens ansevärd omfattning, 28 sidor, gav den

alltså en för postenkäter ovanligt hög svarsprocent. Anledningen till den höga svarsbenägenheten har inte närmare utretts men kan troligen förklaras av att besvarandet och returnerandet av skrivelser normalt ingår i det skoladministrativa arbetet. Enkätens stora sidantal föranleddes av att det till samtliga frågor, alltså även till enkla kryssfrågor, gavs rikligt med skrivutrymme för schemaläggarens fria kommentarer.

6.4 RESULTATREDOVISNINGENS UPPLÄGGNING

Enkätundersökningen ingår som en del av den samlade redogörelsen för schemasystemets tillämpning. Rapportens ämnesinriktning gör att undersökningen även kommer att utnyttjas på sätt, som ursprungligen inte avsågs. I kapitel 11 görs exempelvis en kognitivt inriktad tolkning av enkätsvaren.

Av utrymmesskäl återges inte hela frågeformuläret i oavkortad form. Kvantifieringsfrågor angående tidsåtgången i timmar för olika arbetsmoment visade sig vara så svåra att besvara, att materialet här inte kan användas för analyser och tolkningar. Dessa frågor utelämnas därför helt i den fortsatta redogörelsen. Ett par av kryssfrågorna om elevernas och föräldrarnas inställning till datoriserad schemaläggning visade sig vara ovidkommande frågor för schemaläggarna. Även dessa frågor utelämnas i fortsättningen.

I bilaga 2 återges i lätt redigerad och något komprimerad form huvudparten av de frågor, som ingick i enkäten. I anslutning till frågetexten redovisas även de erhållna svaren. I enkäten grupperades frågorna enligt det tidsmässiga förloppet för schemasystemets användning:

Frågegrupp Frågorna avser

- | | |
|---|---|
| A | Schemaläggarens utbildning och erfarenhet av schemaläggning i allmänhet och maskinell schemaläggning i synnerhet. |
| B | Inkodning av schemats förutsättningar på systemets blanketter. |
| C | Analys av resultat- och fellistor, korrigeringar av schemats förutsättningar samt eventuella omläggning av schemat fram t o m sista maskinläggningsförslaget. |
| D | Manuell justering av maskinläggningsförslaget till slutligt schema. |
| E | Sammanfattande värderingar av modellanvändningen. |

Schemaläggarnas enkätsvar kommer att redovisas och diskuteras enligt denna gruppindelning.

6.5 UNDERSÖKNINGENS REPRESENTATIVITET INOM PRODUKTIONSPERIODEN

Schemasystemets användning har tidigare analyserats för produktionsperioden 1971-79. Tolkningen av 1975 års brukarundersökning bör därför ske med beaktande av om, och i så fall hur, detta år var unikt. Inom den aktuella tidsperioden utgör undersökningsåret något av ett brytningsår. 1975 noterades extremvärdet av över 40 procents bortfall av föregående års kunder. Vidare var 1975 året innan modulerna till Kombi-systemet började lanseras. Till bilden hör även schemakonsekvenserna i förlängningen av den nya danska skollagen. Trots de särpräglade förhållanden som rådde för 1975 års schemaläggning, så menar jag att undersökningens resultat i alla väsentliga avseenden kan tillmätas en årsoberoende giltighet. Grunden härför ska nu närmare utredas.

Till att börja med måste poängteras att undersökningen rörde modellanvändarnas, schemaläggarnas, inställning till modellen och dess användning. Totalt sett torde schemaläggarkårens sammansättning inte ha påverkats av de relaterade förhållandena före, under och efter 1975. Läggningssystemen och hela schemaläggningssystemet har visserligen förändrats, dock utan att detta på några avgörande punkter förhindrar en generell tolkning av enkätundersökningen. De systemförändringar som genomförts, framför allt efter 1975, har huvudsakligen varit av redigeringsmässig natur och därtill i linje med uttalade brukarönskemål. I själva undersökningen framkom överraskande få förslag och önskemål rörande förändringar av läggningssystemen och övriga delar av schemaläggningssystemet. År 1975 kan därför betraktas som ett representativt år för schemaläggarkåren och för läggningssystemen under perioden 1971-79.

Eftersom det sviktande kundunderlaget var huvudanledningen till enkätundersökningen, så blir det intressant att söka samband mellan enkätsvaren och de faktiska kundavhoppen från 1975 till 1976. Den generella giltigheten av dylika samband beror bl a på hur särpräglad 1975-76 års kundstatistik är relativt övriga statistikår. Vid genomgången av kundstatistiken i kapitel 5 framkom bl a att kundskolornas avhopp i betydande omfattning torde bero på schemaläggarnas individuella ställningstagande. Vidare framkom genomgående och klara skillnader mellan de nya och de gamla kundskolornas bortfall. I tabell B1.9 i bilaga 1 illustreras undersökningsårets representativitet inom kundstatistikens ramar.

Enligt tabell B1.9 framgår att varken det totala eller det relativa antalet avhopp bland 1975 års kunder är extremt i jämförelse med övriga år. De klara extremvärdena för 1974 har tidigare diskuterats och förklarats i kapitel 5. Såväl antalet som andelen nya kunder har klara minimivärden för år 1975. Därtill är andelen avhopp bland nya kunder högst för 1975. De låga absolutvärdena (7 st) gör dock att procentjämförelsen här vilar på osäker grund. Bakgrunden till den jämförelsevis stora andelen avhopp bland 1974, 1975 och 1977 års nybörjarkunder har tidigare kommenterats. Andelen avhopp bland 1975 års gamla kunder faller väl in i den förut observerade trenden av svagt fallande andel avhopp från 1971 till 1979. Sammanfattningsvis pekar re-

dovisningen i tabell B1.9 inte på några avgörande tendenser mot att 1975 års kunder skulle avvika från det genomgående mönster som tidigare framkommit.

Möjligheterna att relatera enkätsvaren till kundernas fortsatta/avbrutna modellanvändning 1976 beror givetvis även på hur de svarande fördelar sig bland dessa två kundgrupper. I tabell B3.1 i bilaga 3 visas hur de svarande inom systemets primära kundgrupp, de danska kommunala folkskolorna, fördelar sig bland 1975 års gamla/nya kunder i kombination med hur man fortsatte/avbröt modellanvändningen 1976. Svarsbenägenheten för de 92 kommunala folkskolorna var 83,7 %. Svartsfördelningen bland de fyra kombinationerna gammal/ny - fortsatt/ej fortsatt kund visar sig mycket väl överensstämma med den fördelning som kan förväntas utifrån det totala antalet svarande.

I den tidigare analysen av kundbortfallet, avsnitt 5.10, tolkades de gamla kundernas avhopp som utslag av att schemaläggarna lämnade sina uppdrag, eventuellt lämnade sina skolor. De nya kundernas avhopp antogs däremot ha andra orsaksgrunder. Svarsbenägenheten hos de kunder som inte fortsatte 1976 följer klart detta tolkningsmönster.

Av de nybörjarkunder som inte fortsatte 1976 (7 st) svarade samtliga. Av de gamla kunder som inte fortsatte 1976 (15 st) svarade endast 9 st. Gruppen gamla kunder som inte fortsatte uppvisar den lägsta svarsbenägenheten. En rimlig förklaring till detta förhållande kan vara att en jämförelsevis stor andel schemaläggare inom denna senare kundgrupp hade lämnat sina uppdrag och därför inte nåddes av enkätformuläret eller inte hade möjlighet att besvara frågorna. Genom ett hypotetiskt resonemang kan siffermaterialet fullt ut styrka en sådan slutsats.

Svarsbenägenheten hos gamla kunder som fortsatte 1976 var 87,7 procent (57/65). Om detta värde antas representera en 'naturlig' svarsprocent för gamla kunder, så kunde $15 \times 0,877 = 13$ svar förväntas bland de gamla kunder som inte fortsatte 1976. Det faktiska antalet svar i det senare fallet var 9 st. Differensen på 4 svarande är i sig inte anmärkningsvärt stor men kan 'härledas' ur tidigare resultat från analysen av kundbortfallet. I anslutning till tabell B1.5 framkom att den 'naturliga' omsättningen av modellanvändande schemaläggare är av storleksordningen 10-15 procent per år. Av de totalt 80 gamla kundskolorna 1975 skulle sålunda storleksordningen 10 skolor ha fått ny schemaläggare inför 1976 års schemasåsong. Om det, i brist på direkta grunddata, antas att personalbytena är likformigt fördelade över året så hade 3-4 byten skett under de månader som förflöt mellan starten av 1975 års schemaläggning och enkätformulärets returnerande. I förläningen av alla övriga antaganden ter det sig föga överraskande om 4 st av de 'försvunna' schemaläggarna inte har kunnat besvara enkäten. Detta hypotetiska resonemang utgör givetvis inget statistiskt bevis för den gjorda tolkningen. Avsikten har endast varit att peka på möjligheten av en rimlig konsistens mellan å ena sidan generella tendenser i kundstatistiken och å andra sidan kundernas benägenhet att besvara 1975 års brukarundersökning.

Utöver de ovan behandlade enkätsvaren från 77 danska kommunala folkskolor inkom besvarade enkäter från 15 av de sammanlagt 17 övriga skolor som också var kunder 1975. Dessa övriga skolor utgjordes av 10 svenska (7 grundskolor, 3 gymnasier) och 7 danska icke kommunala skolor (3 privata realskolor, 3 gymnasier, 1 yrkesinriktad specialskola). Den följande analysen och diskussionen av undersökningens resultat kommer att baseras på samtliga $77+15=92$ svarsenkäter, detta trots att endast 77 av de svarande representerar modellens huvudkundgrupp, de kommunala folkskolorna. För att få bredast möjliga bas för tolkningarna utnyttjas hela undersökningsmaterialet samlat enligt följande motiveringar.

- Undersökningens frågor fokuserar den enskilde schemaläggarens attityder till, och erfarenheter från, modellen användningen utan speciellt hänsynstagande till olika skolformers unika schemadetaljer.
- Inom gruppen övriga kundskolor har schemaläggarna, i likhet med de kommunala folkskolornas schemaläggare, på eget initiativ använt modellen. Undervisning och driftservice har varit identiska för alla modellkunder.
- De danska kommunala skolornas svarsmönster i tabell B3.1 gäller även för de svarande i gruppen övriga skolor.
- Endast en enkätfråga har en direkt kommunal koppling, nämligen fråga E5 angående den kommunala skolförvaltningens inställning till datoriserad schemaläggning. Denna fråga saknar relevans för gruppen övriga danska skolor.
- De svarandes fritt formulerade kommentarer och förslag har endast i undantagsfall handlat om speciellt gymnasierelaterade schemadetaljer. Den helhetsbild enkätsvaren tecknar påverkas inte av dessa gymnasieinriktade svar.
- Gruppen övriga skolor utgör endast 16 % av samtliga 92 svarande. Detta storleksförhållande gör att den svarsbild som de 77 kommunala folkskolorna ger i varje kryssfråga endast kan påverkas i marginell omfattning genom en sammanslagning av de två kundgruppernas svar. Grupperna uppvisar genomgående samma tendenser i svarsfördelningarna. Den klaraste gruppskillnaden framträder i fråga B5 angående inkodningsproblemens omfattning. Genom att addera de 15 övriga skolornas svar till de 77 danska kommunala folkskolornas svar i denna för grupperna mest särskiljande fråga kommer den procentuella svarsfördelningen bara ändrats med högst 5 procentenheter för något av svarsalternativen.

Sammanläggningen av enkätsvaren torde alltså inte riskera leda till tolkningar, som inte är representativa för modellens primära kundgrupp, de danska kommunala folkskolorna. Genom sammanläggningen erhålls däremot en bredare bas för de resultat, som nu presenteras.

6.6 RESULTATSAMMANFATTNING

Brukarundersökningens resultatmässiga huvudlinjer sammanfattas på basis av de i bilaga 2 redovisade svarsfördelningarna. Först kommenteras svaren enligt enkätformulärets fem huvudgrupper av frågor. Därefter diskuteras omfattningen och inriktningen av modellanvändarnas angivna svårigheter.

6.6.1 Primära svarsfrekvenser

Utbildning (fråga A1-A6)

Svaren visar att nybörjarkursernas innehåll fått ett utomordentligt gott betyg. Fortsättningskurserna och seminarierna har inte bara samlat ett mindre antal deltagare, och till följd härav ett mindre antal svarande, utan även en jämförelsevis mindre andel positiva omdömen. Trots att 77 % av de svarande anser att utbildningen varit lagom avpassad, så menar närmare hälften att de fortfarande vet för lite om systemets användning. Förhållandet att endast ett par procent anser att nybörjarkursernas innehåll varit alltför knapphändigt samtidigt som närmare hälften anser sig fortfarande veta för lite om systemets användning kan föranleda slutsatsen att svaren här är motstridiga. Svarsmönstret indikerar att utbildningen kan vara en väsentlig implementeringsfaktor.

Inkodningsfasen (fråga B1-B9)

69 % av de svarande hade inga, och endast ett par procent hade några, besvärigheter under inkodningen. En korstabellering av svaren på frågorna B1 och B5 visar att svårigheterna inte kan hänföras till att förutsättningarna för schemat blev sent färdiga. Drygt hälften av de svarande säger att den först inkodade tjänstefördelningen senare behövde ändras. I nära nog samtliga fall föranleddes förändringarna av nya schemaförutsättningar på skolan (exempelvis nya lärare). Rent schematekniska läggningsförhållanden var mindre vanliga som grund för sådana ändringar.

Under inkodningen användes dokumentationen flitigt och gav som regel fullständiga svar på brukarnas inkodningsfrågor. De regionala konsulenterna och Kommunedatas datacentral behövde rådgågas i jämförelsevis mindre utsträckning, men fick, när så skedde, ett otvetydigt högt kvalitetsbetyg på sina svar.

Maskinläggningsfasen (fråga C1-C8)

Under maskinläggningsfasen (fr o m första insändningen av ifyllda blanketter t o m mottagande av det sista modellagda schemaförslaget) ansåg 33 % att de inte haft några problem. 55 % av de svarande markerade några eller många problem.

Felsökningar och korrigeringar som krävdes för att modellen skulle kunna prestera det första schemaförslaget (motsvarar rättning av formella fel enligt figur 5.1) bedömdes som mycket

omfattande av 6 % medan 72 % ansåg detta moment vara av begränsad omfattning och 22 % svarade att felhanteringen här varit utan arbetsmässig betydelse.

I samband med den upprepade modellläggningen av schemat ansågs endast 11 % att arbetsinsatsen för korrigeringar av schemats förutsättningar var utan betydelse. I detta sammanhang kan observeras att ändringar i den först inkodade tjänstefördelningen (fråga B2) är starkt kopplat till korrigeringsarbetets omfattning. 16 av de 21 schemaläggare som hade mycket betungande ändringar hade ändrat tjänstefördelningen. Endast 2 av de 10 vars arbetsinsats för korrigeringar var utan betydelse hade ändrat tjänstefördelningen. Tidigare konstaterades att tjänstefördelningen främst ändrades på grund av ändrade yttre schemaförutsättningar och inte av rent läggningstekniska orsaker. I den utsträckning läggningstekniska svårigheter efter det första modellagda schemat kan tillskrivas modellens bristande läggningsförmåga, så kan det här konstateras att brukarnas korrigeringsarbete primärt kan hänföras till nya yttre förutsättningar och inte till modellens eventuellt bristande läggningskapacitet.

Under maskinläggningsfasen konsulterades dokumentationen mera frekvent än datacentralen och de regionala konsulenterna. Samtliga informationskällor gavs klara överbetyg.

Justeringsfasen (fråga D1-D7)

Justeringsfasen, jfr figur 5.1, omfattar ett kvalificerat manuellt arbete. Det gäller här att göra de sista avvägningarna och kompromisserna för att få fram det slutliga schemat. De manuella strykningarna, tilläggen och rokaderna i modellens sista schemaförslag kan inkodas på blankett 9 och 10 varefter ett speciellt program kontroller och uppdaterar schemat. Här efter kan det slutliga schemat skrivas ut av datorn. Hälften av de svarande utnyttjade inte denna utskriftsmöjlighet. Justeringsfrågorna har därför lämnats obesvarade på en stor andel av enkätformulären. Huvudskälen för att inte utnyttja den maskinella kontrollen och utskriften av det slutjusterade schemat var kända redan före enkätundersökningen och bekräftades fullt ut av de lämnade svaren. Skälen var:

- Slutjusteringen av schemat sker som regel under tidspress. En bearbetningsrunda via datacentralen tar ca vecka, en alltför lång tid om de slutliga ändringarna görs i sista minuten.
- Vid få ändringar i det modellagda schemaförslaget är det enklast och snabbast för skolan att göra justeringarna direkt i de utskrifter man redan har.

Justeringsfasens datoranknytning är huvudsakligen rent administrativ och inte problemlösande på samma sätt som maskinläggningsfasen. Trots detta ger några av justeringsfrågorna intressanta belysningar av modellens prestanda och användning.

11 % ansåg att det modellproducerade schemaunderlaget var dåligt. 64 % menade att det var acceptabelt och 25 % hade upp-

fattningen att modellen lagt ett bra schemaförslag. Denna svarsfördelning kommer senare att relateras till de svarandes uppfattning av slutschemats kvalitet.

I jämförelse med tidigare faser ansåg en större andel svarande att de haft problem under justeringsfasen. Sålunda angav närmare hälften att justeringen varit mycket betungande. De svarande som menade att modellschemat var dåligt lagt ansåg också undantagslöst att justeringen var mycket betungande. Närmare hälften av de som fått ett acceptabelt modellresultat hade ett mycket betungande justeringsarbete.

Under justeringen användes dokumentationen samt rådfrågades konsulenterna och datacentralen i mindre utsträckning än under föregående faser. Svarskvaliteten bedömdes även här vara hög, speciellt för konsulenter och datacentral. Direkt hjälp med hur ett konkret schema kan justeras vid exempelvis inplacering av ett antal resterande lektioner kan inte utläsas ur dokumentationen. Sådan hjälp kan å andra sidan ges i begränsad omfattning av konsulenterna och av datacentralen.

Sammanfattande värdering (fråga E1-E9)

En avgörande fråga vid all schemaläggning, såväl manuell som maskinell, är hur slutprodukten ser ut. Blev schemat bra eller dåligt? Ett skolschemas kvalitet kan svårligen operationaliseras i generellt giltiga och enkelt mätbara storheter. Kvalitetsfrågan är i hög grad en subjektiv värderingsfråga. Därför har exempelvis enkätfrågan om utfallet av en tänkt manuell läggning av motsvarande schema besvarats enligt alternativen: bättre, lika och sämre. Var tionde svarande ansåg, att det slutliga schemat kunde varit bättre och drygt var fjärde att det var mycket bra. Resterande 62 % betecknade slutschemat som fullt acceptabelt.

Om schemat hade lagts helt manuellt, dvs utan datorhjälp, så menade 20 % av de svarande att de själva hade åstadkommit ett bättre resultat och 37 % att schemat hade blivit sämre. Resterande 43 % ansåg att resultatet skulle blivit kvalitetsmässigt likartat vid en tänkt manuell läggning.

Frågorna om slutschemat (E1), en tänkt manuell läggning (E2), modellens schemaförslag (D1) och justeringsarbetets omfattning (D4) tecknar intressanta svarsmönster. Tabell B3.2 i bilaga 3 innehåller sex korstabeller som belyser dessa samband. Svarsfördelningarna i korstabellerna visar att:

En acceptabel arbetsinsats för schenats justering kan förknippas med

- bra eller acceptabelt justeringsunderlag
- lika bra eller sämre utfall vid tänkt manuell läggning
- bra eller acceptabelt slutschema

Slutschemats kvalitet följer kvalitetsbedömningen för modellens lägningsförslag.

Enkätsvaren ger en samlad bild av att en tänkt manuell läggning skulle givit ett bättre resultat när slutschemat bedömdes vara dåligt.

Ett bra slutschema skulle blivit sämre vid en tänkt manuell läggning.

Sambanden mellan slutschemats kvalitet och den tänkta läggningens utfall reser frågan om ett dåligt slutschema verkligen skulle blivit bättre vid en manuell läggning. I justeringsfasen har ju schemaläggarna haft möjlighet att göra schemat så bra de själv vill.

6.6.2 Svårigheter och modellkritik

Frågorna B5, C3 och D2 handlar om hur många problem och besvärigheter som förekommit under inkodnings-, maskinläggnings- och justeringsfasen. Svaren visar en i takt med fasförloppet stegradt antal och andel schemaläggare vilka uppgett sig ha haft problem. Från inkodning till justering innebär varje fas en halvering av antalet svarande som markerat kryssfrågealternativet "inga problem".

De få svårigheterna under inkodningen utgör en bekräftelse av det höga betyget som gavs nybörjarkursernas innehåll, se fråga A4. Kurserna, som i huvudsak behandlar inkodningsförfarandet, har alltså gjort modellanvändarna väl rustade att i praktiken klara av inkodningsmomentet.

Svårigheterna under maskinläggningsfasen hänger direkt samman med arbetsinsatsen för felsökning och ändring av förutsättningar, fråga C1 och C2. Tidigare konstaterades att denna arbetsinsats i första hand har samband med ändrade yttre förutsättningar för schemat och endast i begränsad omfattning beror på modelltekniska brister.

De ökande svårigheterna under fasförloppet tyder på att det inte är det direkta handhavandet och förståelsen av modellens input- och outputmaterial, som vållat problemen. Svårigheterna tycks i stället böttna i de schematekniska förutsättningarna, som skolans organisation och fysiska resurser lägger upp till. De svarandes kommentarer i anslutning till blanketter och rapportlistor ligger helt i linje med en sådan tolkning. Vad som huvudsakligen efterlyses i exempelvis utbildningshänseende är mera generell schemakunskap såsom tjänstefördelningens effekter på schemat och slutjustering av ett schema. Endast ett fåtal brukare har några ändringsönskemål vad gäller blankettutformningen. Ändringsförslagen avser huvudsakligen enklare redigeringsdetaljer.

Rapporternas utformning föranledde endast marginella kommentarer, fråga C7. Svaren om rapporterna visade dock klart att flera av utskrifterna bedömdes ha ett lågt informationsvärde. En femtedel av de svarande ansåg att de erhållna utskrifterna av schemat inte var tillräckliga. Den dominerande kritiken gick

på att översiktsschemat tog för stor plats och därför exempelvis inte direkt kunde tryckas och distribueras.

Brukarnas sammanfattande värdering av schemasystemets användning omfattade 189 fritt formulerade fördelar och 121 nackdelar. Den helt dominerande nackdelen, angiven av 50 svarande, låg vid sidan av systemets konstruktion och prestanda och gällde den långa väntetiden vid försändelse av blanketter och resultat. Av de direkt modellrelaterade nackdelarna kan nämnas att de begränsade möjligheterna vid inkodningen huvudsakligen gällde rådande restriktioner vid sammankoppling av olika schemabitar, något som senare kom att åtgärdas, se vidare avsnitt 6.7. De 14 schemaläggare som ansåg att modellen har en bristande lägningsförmåga har en statistisk motvikt i de 21 brukare som noterade just modellens lägningsförmåga som en fördel. Även överblickbarheten av listor och justering, 14 st, har en motvikt på fördelssidan av 10 st, som anser att modellen användningen ger större överblick i schemalägningsarbetet. Totalt sett var den negativa modellkritiken måttfull, speciellt i jämförelse med den mera omfattande positiva kritiken.

Modell användningens största fördelar ansågs vara den säkerhet och kontroll som erhöles i schemaarbetet samt den tid och det arbete man sparade in. I anslutning till den tidigare refererade kritiken av schemautskrifterna kan här observeras att datorns schemautskrifters också angavs som en fördel av 21 svarande. Modellens schemaläggande förmåga och dess analys av schemats lägningsmöjligheter angavs som andra fördelar.

Sammanfattningsvis tyder enkätsvaren på att modellen och dess input/output-material inte uppfattas ha några klart dominerande brister eller att systemet i något speciellt moment förorsakat några egentliga hanteringssvårigheter. Den avgörande bristen lokaliserades istället till försändelsetiden och besvärligheter knutna till den aktuella skolans schemaproblematik. Brukarnas påtalade brister och framförda ändringsförslag kommenteras i nästa avsnitt i anslutning till de förändringar, som ägde rum efter, och som en konsekvens av, enkätundersökningen.

6.7 BRUKARFÖRSLAGEN OCH DERAS GENOMFÖRANDE

I linje med enkätsvarens sammanställning i bilaga 2 redogörs nu i korthet för hur brukarnas förslag och påpekanden har lett till förändringar i schemasystemet och dess utnyttjande.

Utbildningen (fråga A7-All)

Eftersom utbildningen, och då speciellt nybörjarutbildningen, bedömdes mycket positivt framkom inte några tungt vägande förslag om förbättrad utbildning. Efter enkätundersökningen omarbetades och uppdaterades kursexemplet i linje med den nya skollagen i Danmark. Med hänsyn till kursanpassningen kunde exemplet dock inte göras mera omfattande.

Som en konsekvens av enkätsvarens markering av justeringsavvä-
righeterna kom kurserna fortsättningsvis att lägga större vikt
vid systemets uppdateringsfunktioner, dvs vid utnyttjandet av
blankett 9 och 10.

Inkodningsfasen (fråga B10)

Önskemålen om flexibla inkodning av kopplingar mellan sche-
mabitar resulterade i utvecklingen av s k vändbara kopplingar.
På blankett 7 blev det möjligt att ange att två schemabitar ska
placeras på angränsande lektionstillfällen utan på förhand an-
given ordningsföljd eller placering.

Maskinläggningsfasen (fråga C9)

Den för brukarna besvärande väntetiden från avsändning av in-
putblanketter till mottagandet av resultatlistor kunde av prak-
tiska skäl inte förkortas. Postverkets rutiner kunde inte för-
ändras och av ekonomiska skäl kunde schemaläggningen inte mo-
tivera att skolorna upprättade terminalkontakter med datacen-
tralen. Totalt sett skulle en brukares väntetid kunna reduceras
om antalet sändningstillfällen reducerades. I samband med sche-
masystemets modularisering utnyttjades denna möjlighet genom
införandet av modul 3, utskrift av modellens schemaförslag på
brickor till en manuell schemaläggningstavla. Genom den modul-
uppdelade prissättningen styrdes kunderna till att beställa ett
eller två modellagda schemaförslag. Avsikten var alltså att
kunderna skulle justera sitt schema på en planeringstavla
istället för att försöka nå ett bättre modellagt justerings-
underlag. Erfarenhetsmässigt hade det också visat sig att
schemaläggarna sällan uppnådde några kvalitativa förbättringar
när de via modellen lade om schemat efter marginella ändringar
av förutsättningarna. Den tavelbaserade justeringen syftade
alltså till att med bibehållande av datorläggnings fördelar
reducera dess största nackdel, väntetiden.

Det låga informationsvärde som brukarna tillmätte flera av
analys- och kontrollistorna föranledde en reduktion av antalet
rapporter. Genom rapportrevideringen gjordes systemets output-
material mera överskådligt och lätthanterligt. I detta samman-
hang kan nämnas att läggningssjournalen, som var den av brukarna
högst prioriterade utskriften under läggningsfasen, utgjorde
ett störande inslag i Kommunedatas strävan att inordna schema-
läggningsystemet bland företagets rent administrativa system.
Enligt Kommunedatas policy skulle skolorna erbjudas ett input/
output-verktyg utan närmare presentation av hur eller varför
schemaläggarens input resulterade i ett visst modelloutput. En
konsekvens av Kommunedatas homogenitetssträvan blev att lägg-
ningssjournalen fick beställas och betalas separat och att den
inte togs upp på kurserna.

Justeringsfasen (fråga D8)

Den i flera svarskommentarer påtalade svaröverskådligheten i
justeringsarbetet bemöttes med den tidigare omnämnda tavelut-
skriften. Via utnyttjande av tavelbrickornas färgsättning blev
det möjligt att efter avslutad justering enkelt och säkert se
vilka förändringar, som gjorts i modellens schemaförslag. Genom

direkt avskrift av dessa förändringar (exempelvis dokumentering på blankett 9 av att schemabit 85 flyttats från dag 1 timme 2 till dag 3 timme 4) möjliggjordes en enkel och säker uppdatering av datorns lagrade schema.

Sammanfattande värdering (fråga E7, E9, E10)

Den av flera kunder påpekade svårigheten att direkt trycka och distribuera schemautskriften (tar för stor plats) föranledde utvecklingen av modul 5, schemaboksutskriften. Via fotossättning överförs det slutjusterade datorschemat helt maskinellt till ett tryckt häfte (14x20 cm) innehållande ett veckoschema för vardera av skolans klasser och lärare.

Sammanfattningsvis har det alltså efter brukarundersökningen 1975 genomförts en rad förändringar och utvecklingar. Så långt det varit praktiskt-ekonomiskt rimligt har syftet varit att undanröja de brister och besvärligheter som uttrycktes i enkätsvaren. Med hänsyn till kundstatistikens utveckling efter 1975, jfr kapitel 5, tycks dessa åtgärder haft ringa effekt. Det kan därför ifrågasättas om de för kundutvecklingen väsentliga frågorna, hur de nu lyder, verkligen fanns med i frågeformuläret och om svaren verkligen speglade brukarnas situation. Det redovisade enkätmaterialiet anser jag rymmer förutsättningar för ett positivt svar på den sista frågan. Den höga svarsbenägenheten med totalt över 900 fritt formulerade och nedskrivna kommentarer, synpunkter och förslag utgör en stark indikation på brukarnas ambitioner att beskriva modellenanvändningen. I avsnitt 6.9 och kapitel 11 diskuteras varför de ovan beskrivna åtgärderna men ej enkätfrågorna i sig, inte lyckades hantera den negativa kundutvecklingen, främst bortfallet av nya kunder.

6.8 KUNDAVGANGAR OCH REDOVISAD KOMMUNINSTÄLLNING

I föregående kapitelns analyser av kundstatistiken framkom att de kommunala beviljningarna inte kunde tillmätas något starkare samband med kundavgångarna. Svaren på en av enkätfrågorna ger en ytterligare belysning av detta förhållande. Enligt fråga E5 har varje schemaläggare angett om den kommunala skolförvaltningen har en klart positiv, avvaktande eller klart negativ inställning till datoriserad schemaläggning. Eftersom schemasytemets primära marknad utgörs av de danska skolorna kommer diskussionen i detta avsnitt att baseras på svaren från de danska kommunala folkskolorna, 68 svar från 41 olika kommuner. Tolkningen av kommuninställningen relativt kundutvecklingen 1976 måste ske med beaktande av vissa osäkerhetsfaktorer. För det första gäller svaren schemaläggarnas uppfattningar av sin kommunernas inställning och inte kommunernas/förvaltningens direkt uttalade inställning. För det andra kan givetvis inställningen ha förändrats från hösten 1975 till våren 1976.

En kommunvis gruppering av svaren på fråga E5 visar, att 65 % av berörda kommuner bara representeras av ett svar, se tabell B3.3 i bilaga 3. I de 15 kommuner där två eller flera svar lämnats är det bara i två kommuner som schemaläggarna givit kom-

munvis samstämmiga svar. Även om sifferunderlaget är begränsat, så skulle denna kommunvisa heterogenitet kunna ses som uttryck för att svaren här är motsägelsefulla. I relation till den faktiska kundutvecklingen 1976 visar svaren ett visst samband med bortfallet. Av de 33 kundskolor vars schemaläggare angivit en klart positiv kommuninställning var det bara 2 skolor som slutade. Bland de 35 som svarade klart negativt/avvaktande kommuninställning slutade 10 st. Ett antal faktorer gör att jag inte finner skäl att anse svaren på fråga E5 motstridiga eller anse dem styrka kommuninställningens betydelse för kundbortfallet 1976. Denna ståndpunkt kräver närmare analys av följande förhållanden.

- Kundbortfallets faktiska omfattning 1976.
- Svaren på fråga E5 relativt svaren på övriga enkätfrågor.
- Enkätsvarens samlade möjligheter att förutsäga kommande kundbortfall.

Den sistnämnda analysen genomförs huvudsakligen i nästa kapitelavsnitt. Som bakgrund till de två förstnämnda analyserna görs först några allmänna tolkningar av kommuninställningens innebörd i anslutning till fråga E5.

Den kommunala förvaltningens intresse i schemaläggningssaken är primärt kostnadsorienterat. Fråga E5 speglar därför kommunens benägenhet att bevilja anslag för datorläggning. Inför 1975 års schemaläggning torde de svarande schemaläggarna undantagslöst ha tagit del i en kommunal beviljningsdiskussion och därigenom fått underlag för sitt svar. Här kan också observeras att det enligt kundstatistiken var jämförelsevis få nya skolor och kommuner som började använda modellen 1975. De svarande skolorna har därför som regel mer än ett års erfarenhet av sin kommuns beviljningspolitik.

Endast tre av de svarande ansåg sin kommun vara klart negativt inställd till maskinell schemaläggning. Denna låga negativa svarsfrekvens tyder på att de svarande överlag har fått, eller väntar sig kunna få igenom, kommunala anslag för modellanvändningen. Svarens huvudsakliga och likformiga fördelning på alternativen "avvaktande" (32 st) och "klart positiv" (33 st) jämte den påpekade heterogeniteten inom kommunerna ser jag som uttryck för att schemaläggarnas svar mera tolkar än refererar kommunernas inställningar. Kommunerna kan rimligen inte antas ha fattat några långsiktiga principbeslut i den jämförelsevis marginella frågan om datorsche maläggning. De årsvisa återkommande beviljningsärendena torde därför i väsentlig grad kunna påverkas av skolornas/schemaläggarnas argumenteringar. Svaren på fråga E5 kan därför även tas som uttryck för de svarandes vilja/möjlighet att argumentera för läggningssmodellens användning. Det senare sker givetvis inte oberoende av inställningen till modellanvändningen. Enkätsvaren visar klara samband mellan å ena sidan schemaläggarnas uppfattning och kommunens inställning och å andra sidan uppfattningen om modellen och dess användning.

En diskriminantanalys baserad på de 68 svarsenkäterna från de danska skolorna där fråga E5, kommuninställningen, besvarats visar att övriga frågor med en prediktionsgrad av 87 % kan ange

om kommuninställningen är negativ/avvaktande eller positiv. Frågornas svarsalternativ heltalskodades (0,1,2) inför diskriminantanalysen. Den härigenom införda skalningen kan, som alltid i dylika sammanhang, diskuteras och ifrågasättas. I det aktuella fallet motsvaras dock hälften av frågorna av binära variabler varför skalningen har begränsad omfattning. I de 9 fall där en frågas svarsbortfall var $>1/3$ (mer än 22 blanka svar) uteslöts frågan från analysen. För resterande 42 frågor ersattes totalt 25 utelämnade svar med diskrimineringsgruppernas medelvärde för aktuell fråga. Detta innebär att totalt 6 % av analysunderlaget utgörs av medelvärdeskompletteringar. Vid klassificeringen av de 68 skolorna i de två diskrimineringsgrupperna negativ/avvaktande och positiv kommuninställning beaktades inte relationerna mellan det faktiska antalet skolor inom grupperna. Varje skola antogs med lika stor sannolikhet kunna tillhöra varje grupp.

Den gruppvisa medelvärdeskompletteringen kan principiellt antas ha förstärkt diskriminantfunktionens prediktionsstyrka. För kontroll av detta antagande har diskriminantanalysen upprepats med svarsbortfallen ersatta med medelvärdet för samtliga svarande. Prediktionsgraden blir härvid 85%. Diskriminantanalyserna visar att schemaläggarnas angivna kommuninställning uttrycker en ekonomiskt/administrativ beviljningsdimension som väl följer kvalitets- och erfarenhetsuppfattningarna rörande schemasystemets praktiska användning.

Svaren på fråga E9, schemaläggarnas fritt formulerade nackdelar, ligger helt i linje med en tolkning som innebär en nedtonad betydelse av förvaltningarnas roll i beviljningsfrågan. Ingen av de svarande gjorde något påpekande som handlade om ekonomiska restriktioner eller beviljningsvanskligheter. En svarande konstaterade, utan närmare kommentarer, att systemanvändningen konstar pengar för kommunen. Beviljningsfrågan belyses även indirekt av det kläna utfallet av den förvaltningsinriktade marknadsföringen. Som tidigare framhållits torde det vara de primära modellanvändarna, schemaläggarna, och inte förvaltningarnas administratörer, som tar initiativ till modellens utnyttjande. Schemaläggningen skiljer sig såväl historiskt som organisatoriskt och innehållsmässigt från skoladministrationens övriga rutiner.

Kundstatistik och enkätsvar tyder alltså på att kommunernas beviljningspolitik varit av underordnad betydelse för kundskolornas bortfall. Detta betyder i sin tur att enkätsvarens samlade prognos av blivande bortfallskunder bör vara relativt okänsligt för om kommuninställningen medtages eller utelämnas i prognosunderlaget. Ett par diskriminantanalyser bekräftar fullt ut ett sådant antagande. Av de 68 danska kommunala kundskolorna som besvarade fråga E5 var det 12 st som inte återkom 1976. En diskriminantanalys av 1976 års kundstatus gäller alltså gruppen av de 12 skolor som slutade och gruppen av de 56 skolor fortsatte med systemanvändningen. Svarens kodning och medelvärdeskomplettering hanteras här i enlighet med de principer som tidigare diskuterades i samband med diskrimineringen av kommuninställningen. När saknade svar ersätts med gruppernas medelvärden visar en diskriminantanalys att enkätsvaren inklusive fråga E5 ger en korrekt predition på 97 %. Exklusive fråga E5

blir prediktionsgraden 96 %. När motsvarande analyser görs efter medelvärdeskompletteringar enligt totalpopulationens svar blir prediktionsgraden inklusive fråga E5 94 % och exklusive fråga E5 96 %. I relation till alla övriga enkätsvar ger alltså merinformation om kommuninställningen inte någon ytterligare förklaring till nästa års kundstatus. Eftersom enkätsvaren exklusive kommuninställningen uppvisar en stark koppling till 1976 års kundstatus finns det givetvis inte mycket variation kvar att förklara via kommuninställningen. Som tidigare framkommit kan kommuninställningen också i stor utsträckning utläsas av övriga enkätsvar. I nästa avsnitt görs mera ingående analyser av svarsattitydernas relationer till skolornas kundstatus 1976. Härvid kommer kommuninställningen, fråga E5, att ingå bland övriga analysvariabler utan fortsatt särbehandling.

6.9 ENKÄTSVAREN RELATERADE TILL KUNDBORTFALLET

I detta avsnitt klarläggs huruvida schemaläggarnas attityder till modellen och dess användning kan indikera den faktiska kundutvecklingen året efter undersökningsåret. I föregående avsnitt framkom att för de danska kommunala skolorna var schemaläggarnas enkätsvar klart korrelerade med skolornas kommande kundstatus. Motsvarande förhållande ska nu analyseras mera ingående och därtill för samtliga enkätsvarande skolor.

Av 1975 års 109 kundskolor var det 28 som inte återkom nästa år (22 danska kommunala skolor, 3 övriga danska skolor och 3 svenska skolor). För 21 av dessa 28 skolor besvarade schemaläggaren enkäten (16 danska kommunala skolor, 3 övriga danska skolor och 2 svenska skolor). Enligt "DEN DANSKE SKOLEHANDBOG 75/76" hade schemaläggaren på 11 av de 16 danska kommunala avhoppsskolorna en ställning som rektor, studierektor eller ordförande i lärarkollegiet. I samtliga dessa 11 fall anger "DEN DANSKE SKOLEHANDBOG 76/77" att personerna ifråga kvarstod på dessa poster vid början av skolåret 1976/77, dvs vid tiden omedelbart efter det att 1976 års schemaläggning var avslutad. Detta betyder alltså att 1975 års schemaläggare i dessa fall fanns kvar på skolan även när 1976 års schema skulle läggas. Denna påvisade personkontinuitet utgör dock inte något bindande bevis för att skolorna ifråga inte fick en ny schemaläggare 1976. För resterande 8 danska avhoppsskolor hade schemaläggarna inga funktioner på sina skolor som möjliggör en enkel efterhandskontroll av personkontinuiteten via "DEN DANSKE SKOLEHANDBOG". Den antydda höga graden av personkontinuitet på skolor som slutar med modellanvändningen indikerar, att enkätsvarens inriktning kan spegla motiven bakom avhoppets beslutet. Kundbortfallet analyseras i följande fem avsnitt.

6.9.1 Centrala förklaringsvariabler

Trots att enkätfrågorna berör tidsmässigt åtskilda moment under modellanvändningen, så kan svaren inte okritiskt utnyttjas för

spegling av eventuella kausalsamband. För det första representerar svaren övergripande bedömningar, som efterfrågats och dokumenterats i ett sammanhang. De svarande kan därför vid bedömningen av ett inledande moment ha påverkats av ett senare moments utfall. Exempelvis kan å ena sidan bristande utbildning i modellens användning uppenbart tänkas resultera i ett dåligt schemaförslag. Å andra sidan kan det tänkas att schemaläggaren först efter upptäckten av det maskinlagda schemaförslagets brister bedömer utbildningen som bristfällig. Svarsmaterialet ger alltså inte direkta indikationer på hur schemaläggarens bedömningar eventuellt kan ha förändrats under modellanvändningens olika faser. En stegvis bedömning och dokumentering av de olika momenten, inklusive successiva förändringar av bedömningarna, skulle krävt en omfattande och komplicerad datainsamling. I princip torde ett sådant dataunderlag knappast varit bättre än föreliggande enkätsvar för identifiering av de speciella brukarattityder som utmärker bortfallskunderna. Det samlade och bestående intrycket efter avslutad modellanvändning, just det som den aktuella enkätundersökningen innehåller, får nämligen antas ha en avgörande betydelse för om schemaläggarna fortsätter att använda modellen.

Enligt bilaga 2 framgår vilka enkätfrågor, som gav mest särskiljande svar relativt skolornas kundstatus 1976. På en signifikansnivå $<0,05$ framträder efter X-test följande frågor och svaremönster för de skolor som slutade använda modellen.

- A1: För lite utbildning i systemets användning
- A2: För lite kunskap om systemets användning
- D2: Många problem under justeringen
- D4: Arbetskrävande justering
- E1: Slutschemat kunde varit bättre
- E2: En manuell läggning hade givit ett bättre slutschema
- E5: Kommunens avvaktande inställning

På signifikansnivå $<0,10$ tillkommer ytterligare följande svar som utmärkande för kunder som slutade 1976.

- B1: Förutsättningarna klara först under inkodningen
- C1: Arbetskrävande korrigeringar krävdes inför det första modellagda schemat
- D1: Modellens schemaförslag inte bra

Ovanstående enkätbaserade karakteristik av bortfallskunderna föranleder några kommentarer och närmare analyser. Först kan konstateras att kundavgångarna, på signifikansnivå $<0,10$ enligt bilaga 2, inte berör enkätsvaren angående:

- Kursernas innehåll
- Ändringar av tjänstefördelning, speciellt inte läggingsbestängade ändringar
- Problem med inkodning, blanketter eller service under inkodningen
- Problem eller service vid modellens interaktiva utnyttjande
- Hjälp och service under justeringen
- Kommunikationen med datacentralen
- Lärarnas inställning till datorläggningen
- Fritt angivna för- och nackdelar

Kundbortfallet tycks alltså inte ha direkta samband med de primärt modellrelaterade frågorna om utbildningens innehåll, blankettifyllandet, eller den service som getts under hela modellanvändningen. Däremot tycks beslutet om avbruten modellanvändning i markant grad ha föregåtts av uppfattningarna att man fått för lite utbildning och haft för lite kunskap om modellens användning, besvärlig och arbetskrävande justering samt dåligt slutschema som hade blivit bättre om man lagt schemat helt manuellt. Det sammanfattande mönstret i enkätsvaren relativt skolornas kundstatus 1976 riktar uppmärksamheten mot konsistensen i schemaläggarnas svar. Varför framhåller de blivande bortfallskunderna bristande kunskap och utbildning om modellens användning samtidigt som de inte i motsvarande grad anser att modellanvändningen varit besvärlig? Varför ansåg samma kundgrupp att de skulle ha kunnat lägga ett bättre slutschema samtidigt som de tydligen inte utnyttjat dessa möjligheter under justeringsfasen? Dessa och en rad andra frågor ska nu diskuteras närmare genom analyser av svarssamband mellan de frågor som utmärker bortfallskunderna på signifikansnivå $<0,10$.

6.9.2 Samband mellan centrala förklaringsvariabler

Bland de för 1976 års kundbortfall utmärkande variablerna ska ett antal intuitivt rimliga samvariationer diskuteras.

- S1: Utbildning om systemet samvarierar med kunskap om systemet.
- S2: Utbildning och kunskap om systemet samvarierar med felrättning.
- S3: Utbildning och kunskap har samband med modellresultatet.
- S4: Schemats förutsättningar hänger samman med arbetsinsatsen för felrättning.
- S5: Modellens schemaförslag har samband med justeringsarbetet.

Tabell B3.4 i bilaga 3 ger underlag för diskussion av dessa fem samband. För var och en av de 9 bedömningsvariablerna (E5 undantagen, se avsnitt 6.8), som på signifikansnivån $<0,10$ utmärker kommande avhoppsskolor har de icke positiva svarsalternativen korstabellerats med samtliga svarsalternativ på övriga 8 frågor. Vidare har en genomgående uppdelning gjorts på skolor som blir kvar som kunder (K-gruppen) och skolor som slutar som kunder (S-gruppen). Tabellen avser att visa hur svårigheter och negativa bedömningar samvarierar inom K-gruppen och S-gruppen. Följande kan utläsas ur tabell B3.4.

- S1: Med ett enstaka undantag har samtliga schemaläggare, som ansett utbildningen varit för liten, också ansett sig kunna för lite om systemet. Bristande kunskap om systemet kan däremot inte generellt förknippas med bristande utbildning. S-gruppen visar dock en klar tendens till kombination av för lite kunskap och för lite utbildning. Inom

K-gruppen kombineras däremot för lite kunskap huvudsakligen med svarsalternativet "lagom omfattande utbildning".

- S2: Varken för lite utbildning eller för lite kunskap om systemet kan enligt enkätsvaren kopplas till arbetskrävande felrättningar och korrigeringar innan det första schemaförslaget kan produceras av modellen.

Omfattande/begränsade felrättningar och korrigeringar förefaller inte generellt kunna återföras på bristande utbildning eller bristande kunskap. Här framträder dock en starkt markerad skillnad mellan K-gruppen och S-gruppen. Den senare gruppen utmärks av att omfattande felrättningar kombineras med bristande utbildning och bristande kunskap. Inom K-gruppen kombineras däremot omfattande/begränsade felrättningar huvudsakligen med bedömningen om en lagom omfattande utbildning och en tillräcklig kunskap.

- S3: Totalt sett kombineras för lite utbildning/kunskap om systemets användning framför allt med ett acceptabelt och ej ett dåligt modellresultat.

S-gruppen utmärks också av att ett dåligt/acceptabelt schemaförslag förknippas med bristande utbildning/kunskap, något som inte gäller för K-gruppen.

- S4: Sent färdiga förutsättningar, vilka genom tidspress skulle kunna förväntas innehålla brister och förbiseenden, har varken inom grupperna eller totalt sett samband med felrättningarna och korrigeringarnas omfattning.

De sent färdiga förutsättningarna har endast särskiljande samband för K-gruppen och S-gruppen när det gäller svårigheter under justeringen. S-gruppen redovisar här den jämförelsevis största andelen svårigheter. Det kan också observeras att när justeringens svårigheter och brister enligt tabell B3.4 relateras till förutsättningarnas färdigtidpunkt, så är det justeringsinsatsens omfattning som klarast särskiljer S-gruppen från K-gruppen.

Förutsättningarnas färdigtidpunkt borde vid första påseendet inte ha samband med justeringen. De svarsmönster som utmärker S-gruppen kan dock mycket väl tolkas som utslag av den för alla schemaläggare kända regeln om att de avvägningar, beslut och problem, som 'sopas under mattan' i inledningsskedet obönhörligen dyker upp i läggningens slutskede. Sent färdiga förutsättningar behöver givetvis inte i sig innebära dåligt genomarbetade förutsättningar. Om så är fallet kan modellen givetvis inte beakta ospecificerade krav och önskemål, vilket i sin tur leder till en besvärlig justering. I enkätsvaren visar S-gruppen tecken på en sådan orsakskedja.

- S5: Ett dåligt/acceptabelt modellagt schemaförslag förknippas i allmänhet med några justeringssvårigheter och ett acceptabelt/betungande justeringsarbete.

Inom S-gruppen framträder ett klart mönster i form av att ett dåligt/acceptabelt modellförslag hänger samman med många justeringsproblem och framför allt ett mycket betungande justeringsarbete. Omvänt kombinerar de svarande i S-gruppen ett svårt och betungande justeringsarbete med uppfattningen att schemaförslaget är acceptabelt/dåligt. Inom K-gruppen relateras däremot det icke-marginella justeringsarbetet till ett acceptabelt/bra modellförslag.

De brister och svårigheter som enligt enkätsvaren kännetecknar S-gruppen är korrelerade med varandra. För K-gruppen tycks det däremot vara så, att ett moments redovisade svårigheter har mera avgränsade effekter. Kan det eventuellt vara så, att den blivande S-gruppens schemaläggare redan vid enkätifyllandet 1975 hade bestämt sig för att inte utnyttja modellen 1976 och att detta i sin tur präglade deras negativa svarsmonster? Med hänsyn till gruppens svarsbenägenhet verkar det föga troligt, att S-gruppen redan hösten 1975 hade beslutat sig för att definitivt bryta kontakterna med Kommunedatas datoriserade schemaläggning. Även om så skulle ha varit fallet kvarstår frågan om vad som låg bakom och motiverade beslutet. En ytterligare analys av de redovisade sambanden i tabell B3.4 ger klara och intressanta antydningar om vilka förhållanden, som kan spåras bakom S-gruppens svarsmonster.

6.9.3 Särdrag hos blivande bortfalls kunder

En sammanfattande genomgång av tabell B3.4 visar att de samband som framkom vid genomgången i föregående avsnitt faller in i ett genomgående mönster. Inom S-gruppen visar sig bedömningarna av felrättningar, modellresultat, justeringsarbete, slutschema och en tänkt manuell läggning (fråga C1, D1, D2, D4, E1 och E2) i markant grad, och i klar kontrast till K-gruppen, vara korrelerade med bedömningarna att utbildningen och kunskapen om systemets användning är för liten. Dessa samband ska nu diskuteras närmare.

När det gäller felrättningar och korrigeringar kan konstateras att i den utsträckning förändringar av tjänstefördelningen föranlett korrigeringarna så har det i allmänhet, och speciellt för S-gruppens del, varit ändrade förhållanden på skolan, som initierat ändringarna, se fråga B2, B3 och B4 i bilaga 2. Vidare visar en jämförelse av svarsfördelningarna för fråga C1 och C2 att det är arbetet med den inledande modelldialogen innan det första modellschemat lagts, och ej den fortlöpande dialogen med omläggningar av schemat, som, i jämförelse med K-gruppen, vållat problem för S-gruppen.

Om någon initial lägningsbrist kan konstateras i modellens beräkning av schemats lägningsmöjligheter, så startas inte läggningen utan schemaläggaren får i stället ut fel- och analyslistor. Det är just bearbetningen av dessa listor som täcks in av fråga C1. S-gruppen tycks, enligt egen bedömning, ha fått lägga ner ett jämförelsevis stort arbete då det gällt att få ordning på initialt icke lägningsbara schemaförutsättningar.

Olika yttre betingelser för schemaläggningen samt schemaläggarens tolkning och formulering av förutsättningarna kan alltså på goda grunder antas ligga bakom den arbetsinsats som bedöms i fråga C1. Det verkar därför mindre relevant att se arbetsinsatsens omfattning som en konsekvens av för lite utbildning och för lite kunskap om systemets direkta användning. Visserligen föranleds korrigeringsarbetet enligt fråga C1 av schemasystemets användning, men det har uppenbarligen sin grund i de aktuella schemaförutsättningarnas utformning. Ytterligare utbildning om exempelvis blankettifyllnad och listanvändning torde därför inte i någon väsentlig grad ha varit av värde för S-gruppen. Enligt bilaga 2 har ju det direkta hanterandet av schemasystemet heller inte vållat några påtagliga besvär, varken för S-gruppen eller för K-gruppen.

S-gruppens bedömning av att modellresultatet inte blev bra, kan enligt ett resonemang likt det ovanstående, heller inte ses som en direkt följd av för lite utbildning och kunskap. Eftersom S-gruppen redovisar dels sent färdiga förutsättningar och dels besvärligheter med att få förutsättningarna accepterade för ett lägningsförsök, så kan det antas att de negativa bedömningarna av modellresultatet speglar realistiska förväntningar på modellens resultat. Vad gäller den direkta modelldialogen, fråga C2 och C3, skiljer sig inte S-gruppen nämnvärt från K-gruppen. Vidare kan observeras att det för 1975 års schemaläggande kunder inte fanns ekonomiska, men möjligen tidsmässiga, restriktioner för hur många gånger modellen kunde köras.

Eftersom modellen arbetar helt deterministiskt, så krävs ändrade förutsättningar för att modellen ska kunna förbättra ett redan uppnått lägningsresultat. Mot bakgrund av schemaproblematikens kombinatoriska komplexitet kan dock sådana ändringar vara mycket vanskliga att hantera. Utan en djupgående insikt i det aktuella schemats förhållanden kan försök med upplösning av förutsättningarnas lägningskonflikter lätt leda till, att grundläggande konflikt bara ges en ny skepnad i andra utsparkade schemabitar, eller i värsta fall att nya inkonsistenser införs i schemats förutsättningar. Eftersom S-gruppen överlag inte fick ett bra modellresultat, och eftersom justeringen blev jämförelsevis både svår och arbetskrävande, så är det mycket som tyder på att schemats grundläggande knutar inte upplöst under modelllägningsfasen. Som framkom i kapitel 2 kan en inkonsistens i schemaförutsättningarna som regel korrigeras på ett flertal olika sätt. Modellen kan av principiella skäl inte ge någon entydig eller bästa lösning på omöjliga lägningsR situationer. Modellanvändaren måste själv analysera och bedöma vad som kan vara för skolan realistiska och acceptabla lägningskompromisser. Återigen kan konstateras att en ytterligare modellutbildning knappast kunde ha lett till ett bättre modellresultat inom S-gruppen.

S-gruppens, enligt egen uppfattning, jämförelsevis svåra och betungande justeringsarbete resulterade inte i att man inom gruppen ansåg sig ha fått ett bra slutschema. Trots att schemaläggaren under justeringen i princip haft fria händer att ändra schemat, men inte blivit tillfreds med slutresultatet, anser man i många fall att en helt manuell lägning skulle lett till ett bättre slutresultat. En schemaläggare som anser att

han når bättre resultat utan modellen handlar uppenbart konsekvent om han upphör med modellanvändningen. Med hänsyn till vad som hittills framkommit under analysen av S-gruppens enkätsvar och mot bakgrund av vad som indikerades i anslutning till tabell B3.2 kan det dock ifrågasättas om en helt manuell läggning för S-gruppens schemaläggare skulle ha varit enkel, problemfri eller ens givit ett bättre slutresultat. Under schemasystemets mångåriga drift har det från produktionspersonalens sida rapporterats flera, dock inte statistiskt dokumenterade, fall där schemaläggare ansett sig kunna lägga bättre schema utan modellens hjälp. Efter ett års egna läggningsförsök har flera av dessa modellkritiker återvänt som modellkunder sedan de konstaterat att de inte kunnat infria sina förhoppningar, jfr här även tabell B1.6 angående kundskolornas årsvisa bortfall och senare återkomst.

S-gruppens starka bindningar mellan de negativa attityderna till modellens resultat och bristande kunskap om schemasystemets användning anser jag inte kan tolkas så, att ytterligare utbildning ledande till högre systemkunskap skulle kunna leda till bättre schemaresultat. Svårigheterna för dem som inte fortsätter med modellanvändningen tycks nämligen primärt inte vara den direkta modellhanteringen utan tolkningen och hanteringen av den egna skolans unika förutsättningar och krav inför schemaläggningen. Vad får det då för tolkningsmässiga och praktiska konsekvenser om man, enligt ovanstående analysresultat drar slutsatsen, att kundbortfallet huvudsakligen föranleds av schemasituationer som antingen i sig är, eller av schemaläggaren upplevs vara, speciellt komplicerade och svårhanterliga?

Till att börja med kan konstateras att olika marknadsföringsinsatser, omfattningen på kurserna, omarbetningen av brukardokumentationen, förenklingen av blanketterna, reduceringen av listmängden eller förbättringen av modellens läggningskapacitet troligen inte gör en schemaläggare bättre rustad att hantera en komplicerad schemaläggningsproblematik. Det ter sig därför närmast foljdriktigt, att insatser inom de ovan nämnda områdena inte haft några avgörande effekter på kundstabiliteten. Insatserna har nämligen inte kunnat neutralisera de svårigheter som hittills identifierats bakom den sviktande kundlojaliteten. En sådan tolkning genererar även en rad följdfrågor:

- Varför vill inte schemaläggare, som uppenbarligen har en besvärlig och betungande arbetssituation utnyttja den i sig lätthanterliga modellen som ett analyserande hjälpmedel?
- Kan det vara så, att S-gruppens schemaläggning blev besvärlig just genom modellinblandningen?
- Vad är det som i utbildningsväg skulle ha kunnat fylla ut S-gruppens uttalade kunskapslucka?
- Kan det vara så att läggningsmodellen inte har tillräcklig kombinatorisk läggningskapacitet för hantering av komplicerade scheman?

- Skulle en bättre modell ha kunnat klara av de läggningsproblemen som S-gruppens medlemmar uppenbarligen inte kunde bemästra?
- Kan det vara så, att S-gruppen överlag har mera komplexa och svårhanterliga scheman än vad K-gruppen har?
- Är enkelt mätbara förhållanden kring modellanvändarnas bakgrund och systemets utnyttjande särskiljande för K-gruppen och S-gruppen?

De tre första frågorna kommer att belysas närmare i kapitel 11. Nästföljande tre frågor diskuteras i kapitel 7 i samband med en analys av modellteknisk statistik för en hel årsproduktion av scheman. Den sista frågan kommenteras i nästa avsnitt.

6.9.4 Bakgrundsförhållanden och systemets utnyttjande

Eftersom kundbortfallet inte ytterligare kan förklaras av enkla bakgrundsförhållanden eller av systemets utnyttjandefrekvenser, så ges här bara sammanfattningar utan statistisk detaljredovisning.

I intervallet 16-35 klasser tenderar kundernas modellojalitet att avta i takt med stigande schemastorlek. Eftersom bara drygt hälften av modellkunderna faller inom detta storleksintervall, så kan ingen generell koppling göras mellan skolans/schemats storlek och kundutvecklingen 1976.

Helt i enlighet med kundstatistikens genomgående mönster visar sig kundavgångarna avta i takt med antalet år schemaläggaren använt modellen, fråga A12. Observera att i kundstatistiken var det skolan och ej schemaläggaren som registrerades som kund.

Schemaläggarens bakgrund som manuell schemakonstruktör före påbörjad modellanvändning, A12, uppvisar inte något enhetligt samband med modellojaliteten. Som en detalj kan noteras att i intervallet 1-4 års erfarenhet tycks kundlojaliteten tillta i takt med antalet år schemaläggaren lagt schema för hand. Totalt sett redovisar K-gruppens medlemmar i medeltal ett års längre manuell erfarenhet än vad som gäller för S-gruppen.

Modellläggning påbörjas inte när det, i enlighet med de tidigare omtalade kontrollerna av schemats förutsättningar, se figur 5.1, upptäcks att bristande läggningsmöjligheter bevisligen gör att schemat inte kan läggas färdigt. Såväl S-gruppen som K-gruppen uppvisar samma frekvensmönster vad gäller antalet initierade men icke genomförda läggningar.

När det gäller antalet modellläggningar enligt 1975 års produktionsstatistik framträder inga klara skillnader mellan S-gruppens och K-gruppens frekvensmönster. För S-gruppen kan noteras att förhållandevis många schemaläggare förefaller ha 'gett upp' efter tre läggningsförslag från modellen. Antalet stoppade och och genomförda läggningar pekar mot att S-gruppen råkade ut för

något fler stopp och genomförde något färre läggningar än K-gruppen.

Endast 58 % av schemaläggarna (43 % inom S-gruppen och 62 % inom K-gruppen) utnyttjade schemasystemet för uppdatering av de egna slutjusteringarna av schemat. Det statistiska underlaget blir därför klart begränsat vad gäller antalet avvisade och genomförda uppdateringskörningar. I den omfattning som uppdateringen företogs föreligger inga markanta skillnader mellan grupperna. Som tidigare antytts är tidsfaktorn (lång kalendermässig genomloppstid) huvudsaklig förklaring till att en betydande andel av modellkunderna inte utnyttjade systemets uppdateringsmöjligheter.

Enligt de här relaterade analysresultaten kan alltså inga genomgående kopplingar göras mellan å ena sidan schemaläggarens modellojalitet och å andra sidan strukturella förhållanden rörande schemats storlek eller antalet gånger systemet körts. I enlighet med kundstatistiken gäller att modellojaliteten ökar i takt med antalet år som modellen använts. Detta samband ger dock ingen närmare upplysning om varför S-gruppen inte fortsatte med modellen användningen.

6.10 MULTIVARIATA ANALYSER AV ENKÄTSVAR OCH KUNDBORTFALL

Enligt en tidigare refererad diskriminantanalys framgår, att brukarenkätens svar med en drygt 90-procentig prediktion kan särskilja vilka av de danska kommunala kundskolorna som kommer att fortsätta eller sluta som kund 1976, jfr avsnitt 6.8. Mot-svarande analys ska nu redovisas för samtliga kunder (92 st), som besvarade enkäten. I tabell B3.5 sammanfattas prediktionsutfallen från ett antal sådana alternativa analyser. Tabellen är endast ägnad att illustrera genomgående tendenser i enkät-materialiet. Svartsbortfallet för de olika frågorna, se bilaga 2, är så fördelat, att analysunderlaget helt bortfaller om alla enkäter med någon fråga obesvarad skulle uteslutas på förhand. Uteblivna svar måste därför kompletteras för att de lämnade svaren ska kunna utnyttjas i analyserna. I tabellen redovisas utfallen vid två olika slag av sådana kompletteringar, nämligen medelvärdeskompletteringar dels baserade på grupp nivå och dels baserade på totalpopulationen. Den gruppvisa kompletteringen ger genomgående högst prediktionsgrad. Eventuella gruppkillnader i de svar som avgivits blir härvid förstärkta och mera renodlade. Detta förhållande framträder också klarast när analysen baseras på samtliga enkätsvar enligt bilaga 2.

För att utesluta snedvridande effekter av svarskompletteringar i frågor där bortfallet är stort sätts en gräns för hur stort svartsbortfallet får vara för att en fråga ska tas med i analysen, se andra raden i tabell B3.5. Även efter en 25-procentiga reducering av antalet variabler i analysunderlaget ligger prediktionen på en hög nivå, ca 90 %.

Den tredje tabellraden visar den marginella, eller obefintliga, mereffekten av att ta in fråga E4 om lärares inställning i

analysunderlaget. Denna fråga ligger just utanför den uppställda gränsen för svarsbortfallet. Lärarnas inställning, såsom den uttrycks i schemaläggarnas svar, tycks alltså, i relation till kundutvecklingen, ha en effekt analog med vad som tidigare framkom för kommuninställningen, se avsnitt 6.6.

De nio variabler som var för sig har den klaraste kopplingen till kundstatusen 1976 ger tillsammans en jämförelsevis hög prediktionsgrad, 85-90 %. I konsekvens med dessa variablers inbördes samband, jfr tabell B3.4, behövs bara 5-6 av variablerna för diskriminering av kundbortfallet. Sammanfattningsvis resulterar genomgången av tabell B3.5 i två centrala slutsatser:

- Enkätsvarens samlade informationsinnehåll kan med en prediktionsgrad av storleksordningen 85-90 % diskriminera modell-användarnas kundstatus nästföljande år.
- Samvariationer mellan ett flertal av enkätsvaren gör att diskrimineringsfunktionens variabeluppsättning inte direkt kan tolkas som en indikation på vad som huvudsakligen föranleder kundbortfallet.

För att få en tolkningsmässigt enklare bild av sambanden mellan enkätsvaren och de svarande skolornas kommande kundstatus har en stegvis analys genomförts. Efter en successiv reducering av variabelmängden bildar tre distinkta faktorer grunden för analyser av enkätsvarens samband med kundutvecklingen. Reduceringen av variabler redovisas diskussionsledes i nästa avsnitt. I bilaga 4 redovisas faktoranalysen för de tre slutfaktorerna jämte den diskriminantanlys och den klusteranalys som baseras på dessa faktorer.

6.10.1 Reducering av primärvariabler

De multivariata analyserna av enkätmaterialet grundas på en heltalskodning (0-1-2) av svarsvariablerna, se bilaga 2. Svaren har genomgående kodats med lägst värde för negativ attityd och högst värde för positiv attityd. Med positiv attityd avses svar som uttrycker en positiv inställning till schemasystemet och dess användning, dvs svar som anger bra resultat, inga svårigheter, osv. För fråga E2, resultat av en tänkt manuell läggning av schemat, utgör svarsalternativet "sämre" ett positivt uttalande för systemet.

I enkätmaterialet finns visst svarsbortfall. En kontroll visar att bortfallet är jämt fördelat bland de svarande. Det är därför inte aktuellt med uteslutning av exceptionellt glest besvarade enkäter. Materialets begränsade omfattning gör att det inte går att utesluta alla individer, som lämnat frågor obesvarade. Framräkningen av de nya faktorvariablernas värden kräver därför kompletteringar av utelämnade svar. Två olika former av kompletteringar har här prövats.

För det första kan ett i primärdata utelämnat svar ersättas av den svarande totalpopulationens medelvärde enligt den aktuella

frågans kodning. En faktoranalys kommer då att baseras på ett i teknisk mening 'komplett material'.

För det andra kan en faktoranalys grundas på enbart de avgivna svaren. Ett sådant förfarande innebär att beräkningen av variablernas samvariationer baseras på delvis olika svarspopulationer. Vid uträkningen av faktorvärdena måste dock en medelvärdeskomplettering tillgripas där primärvariablernas frågor saknar svar.

De två formerna av svarskompletteringar ger tolkningsmässigt samma utfall. Jag redovisar därför endast resultat från en av kompletteringsformerna. I fortsättningen baseras framställningen på en komplettering av svarsbortfallet enligt det första alternativet, dvs medelvärdeskomplettering av primärdata. Reduceringen av primärvariabler genomförs i följande 4 steg.

Steg 1

Det primära urvalet av analysvariabler sker på följande sätt:

- Endast de variabler beaktas där motsvarande fråga är besvarad i minst 2/3 av enkäterna. Bortfallsgränsen gäller dels för de skolor som slutade och dels för de skolor som fortsatte använda systemet 1976. Denna gräns saknar relevans för frågorna E8a-g och E9a-d.
- Variabler som genomgående representerar ett svarsalternativ tas inte med i analysen. Dylka variabler kan inte bidra till ett klargörande av särskiljande attityder hos olika kundgrupper, se exempelvis värderingen av nybörjarkurserna enligt fråga A4.
- Endast variabler som uttrycker brukarnas kvalitativa uppfattningar har medtagits. Härigenom kan även de framräknade faktorerna tolkas som brukarattityder.

Den enligt ovanstående principer avgränsade variabelmängden omfattar 34 primärvariabler. En faktoranalys på dessa variabler resulterar i 13 faktorer som tar upp 70 % av variablernas varians. En diskriminantanalys av 1976 års kundstatus baserad på dessa 13 faktorer visar att det väsentligen är faktor 1, 2 och 5 som med en prediktionsgrad av 84 % diskriminerar kundutvecklingen. Faktor 1 speglar schemaläggarnas slutjustering av schemat. Faktor 2 står för schemats kvalitet och faktor 5 anger kunskap/utbildning om systemets användning.

De så här långt relaterade analyserna, vilka inte redovisas detaljerat, visar att det är tre av de fem första av totalt 13 faktorer, utifrån ursprungligen 34 variabler, som väsentligen diskriminerar kundutvecklingen. För att kontrollera stabiliteten i dessa fem första faktorer görs en ny analysomgång efter följande reducering av antalet variabler.

Steg 2

Enbart variabler som 'laddar' på faktor 1-5 i faktoranalysen från steg 1 tas med i den fortsatta analysen. Som undre gräns

för faktorladdningarnas storlek används värdet 0.42, vilket beräknas enligt formeln $4/V_n$, Bierschenk (1971) p 48. Antalet primärvariabler reduceras härigenom från 34 till 15 st.

En faktoranalys på de kvarvarande 15 variablerna ger totalt 5 faktorer, som tar upp 65 % av variablernas variation. Faktorerna får samma tolkningsinnebörd som de 5 första faktorerna i den föregående faktoranalysen. Dessa 5 faktorer kan därför anses utgöra ett stabilt mönster i enkätsvaren. En diskriminantanalys av kundstatusen 1976 baserad på de fem nya faktorerna ger en kundprediktion av 78 % varvid det liksom tidigare är faktorerna för justering, kvalitet och kunskap, som diskriminerar kundutvecklingen.

Steg 3

Faktoranalysen som ger 5 faktorer från 15 variabler visar att faktor 2 uteslutande får laddningar av variablerna B2 och B3. Denna faktor avser ändrad tjänstefördelning beroende på ändrade förhållande på skolan. Enligt bilaga 2 framgår att dessa variabler inte är intressanta vid analyser av kundutvecklingen. För att ytterligare förenkla och renodla analysunderlaget har en ny faktoranalys gjorts sedan B2 och B3 uteslutits. Härvid erhålls 4 faktorer som tar upp 60 % av variablernas variation. En diskriminantanalys på dessa 4 faktorer ger en prediktion av kundutvecklingen på 79 %. Det är endast 3 faktorer (kvalitet-, justerings- och kunskapsfaktorn), som utnyttjas i diskrimineringen. Den resterande faktorn (faktor nummer 3) får sina dominerande laddningar från variablerna E9c (-.77), E8a (.57) och E8c (.44) vilket ger faktorn den något svårtolkade kombinationen av negativ inställning till modellens schemaläggning men positiv uppskattning av den säkerhet och kontroll som systemets utskrift ger. Eftersom denna faktor inte bidrar till diskrimineringen av kundutvecklingen har ytterligare en variabelreducering gjorts.

Steg 4

När även variablerna E8a, E8c och E9c utesluts återstår 10 primärvariabler som bas för de slutliga analyserna. Utfallen från dessa analyser ska nu redovisas och kommenteras.

6.10.2 Faktoranalys

Enligt den ovan beskrivna reduceringen av primärvariablerna har varje reduktionssteg gett en renodling av materialets huvudtendenser med bibehållen hög potential för diskriminering av kundutvecklingen. Efter steg 4 ger en faktoranalys en sammanslagning av resterande 10 variabler till 3 faktorer. Det siffermässiga utfallet från denna analys redovisas i bilaga 4. Enligt den roterade faktormatrisen kan faktorerna tolkas i följande distinkta dimensioner.

- F1: Kvalitetsfaktor avseende schemat och schemamodellen.
 F2: Arbetsfaktor avseende främst slutschemats justering.
 F3: Kunskapsfaktor avseende systemets användning.

Dessa tre faktorerers innebörd ligger helt i linje med de för kundutvecklingen centrala variabler som tidigare framträtt vid partiella analyser. Här föreligger nu dessa faktorer som en sammanfattning av enkätmaterialets huvuddimensioner med anknytning till kundutvecklingen. Enligt reliabilitetsberäkningarna i tabell B4.1 framgår att F3 ligger jämförelsevis lågt. Detta betyder att de tre faktorerna i renodlad form kan anses spegla den variation som finns i enkätmaterialiet. I nästa avsnitt diskuteras en diskriminantanalys baserad på faktorerna.

Eftersom F1-F3 domineras av inom faktorerna samvarierande variabler och faktorerna är ortogonalt roterade, så föranleder faktoranalysens utfall några kommentarer. Faktorernas klara variabelseparering anger att det inte finns någon generell eller stark koppling mellan arbetsinsats och schemats kvalitet, mellan systemkunskap och schemakvalitet eller mellan systemkunskap och arbetsinsats. Dessa förhållanden kan intuitivt te sig något överraskande och kommer därför att belysas närmare i avsnitt 6.10.4.

6.10.3 Diskriminantanalys

I tabell B4.2 i bilaga 4 redovisas utfallet från en diskriminantanalys baserad på faktorvariablerna till F1-F3. Analysen visar att de tre faktorvariablerna tillsammans diskriminerar kundutvecklingen med en korrekt prediktion på 80 %. Den i steg 1-4 kraftiga reduktionen av variabler har alltså skett med ett bibehållande av de svarsmönster i brukarattityderna som visar klara samband med kundutvecklingen.

Diskriminantanalysens standardiserade koefficienter markerar att det huvudsakligen är låg schemakvalitet och låg systemkunskap som utmärker blivande bortfallskunder. Arbetsinsatsens omfattning har i kombination med de två övriga faktorerna en jämförelsevis mindre betydelse.

Enligt diskriminantanalysen visar de tre faktorerna, främst F1 och F3, tecken på att samvariera inom ramen för kommande kundstatus. I anslutning till diskussionen av faktoranalysens utfall noterades att det är avsaknaden av en sådan samvariation mellan faktorernas 'tunga' variabler som utgör grunden för primärvariablernas grupperingar i olika faktorer. Här tycks således föreligga ett möjligen motsägelsefullt, eller åtminstone oklart mönster i enkätmaterialiet. De ortogonala faktorernas 'samvariation' belyses närmare i nästa avsnitt.

6.10.4 Klusteranalys

En diskrimintanalys av kundutvecklingen, jfr föregående avsnitt, innebär att enkätaterialet analyseras enligt en tvingande gruppering (fortsatt/ej fortsatt kund) av de svarande individerna. Analysen går ut på att finna för grupperna särskiljande variabelmönster. En klusteranalys utgår inte från någon på förhand given gruppering av individerna. Klusteranalysen resulterar istället i en gruppering av individerna i 'homogena' kluster på basis av de variabelvärden som föreligger. Faktorvariablerna till F1-F3 har utnyttjats för den klusteranalys som redovisas i tabell B4.3. Jag väljer att explicit redovisa uppdelningen av de 92 schemaläggarna i sex kluster. Enligt de i tabell B4.3 redovisade värdena för avvikelser mellan klustren framgår, att det vid sex kluster finns ett nivåhopp mellan 'tydliga' och 'mindre tydliga' klusterskillnader. I tabell 6.1 nedan karaktäriseras de sex klustren på basis av redovisningen i tabell B4.3 i bilaga 4.

Kluster nr	Schema- kvalitet F1	Arbets- insats F2	System- kunskap F3	Grupp- stor- lek	Bort- fall 1976
1	Hög	Liten	Hög	22	1
2	Hög	Stor	Hög	21	2
3	Medel	Liten	Låg	17	5
4	Medel	Stor	Låg	20	9
5	Extr. låg	Medel	Medel	6	3
6	Extr. låg	Medel	Extr. hög	6	1

Tabell 6.1 Sex kundklusters karaktär och kundbortfall

Enligt tabell B4.3 framgår att grupperna 1-4 är mera homogena och distinkta är grupperna 5-6. Grupp 1 och grupp 2 särskiljs av liten/stor arbetsinsats med en för båda grupperna hög kunskapsnivå och hög schemakvalitet. Motsvarande skiljelinje gäller för grupp 3 och grupp 4, här dock i kombination med i båda grupperna låg kunskapsnivå och medelbra schema. Grupp 5 utmärks av ett extremt dåligt schemaresultat. Även grupp 6 kännetecknas av ett extremt dåligt resultat, men systemkunskapen är här samtidigt extremt hög. Schemaläggare i grupp 6 anser sig tydligen vara 'experter' på systemets användning men lyckas inte nå ett för dem själva tillfredsställande schemaresultat. De två antalsmässigt marginella klustren 5 och 6 representeras uppenbarligen av schemaläggare som radikalt avviker från kundpopulationen i övrigt. Därtill avviker de på ett icke entydigt sätt, jfr konfidensintervallen i tabell B4.3. Om enkätsvaren från de 12 'särilingarna' i kluster 5 och 6 utesluts från grundmaterialet, så bör de övriga kundmönstren framträda än mer renodlat. En sådan fortsatt analysomgång har jag inte funnit vara nödvändig för att kunna påvisa enkätaterialets huvudmönster.

För de distinkta grupperna 1-4 anger tabell 6.1 att kundbortfallet i större grad kan knytas till systemkunskap och schema-

kvalitet än till arbetsinsats, jfr diskriminantanalysen i föregående avsnitt. Å andra sidan visar gruppkaraktäristiken att det inom 87 % av kundpopulationen (grupp 1-4) finns fyra olika sambandsmönster för faktorerna F1-F3, jfr faktorernas ortogonalitet enligt faktoranalysen. Sammanfattningsvis har klusteranalysen klarlagt en 'naturlig' och underliggande gruppering av kunderna. Denna gruppering utnyttjas även i kapitel 11.

6.11 SUMMERING

Brukarundersökningen 1975 syfte primärt till att klarlägga brister i schemasystemets utformning och genomgående svårigheter i systemets användning. Systemkundernas attityder och kommentarer insamlades via en omfattande postenkät, som gav en anmärkningsvärt hög svarsfrekvens (84 %). Enkätsvaren visar inte på några genomgående brister i schemasystemets funktionssätt. Kunderna redovisar ej heller några egentliga svårigheter vad gäller systemets hantering. Förslagen till förbättringar har i stora stycken genomförts, dock utan märkbara effekter i senare års kundstatistik.

Enkätmaterialet markerar att schemaproblematiken i sig och schemaläggarens grepp om denna problematik har en klar koppling till om skolan kommer att fortsätta med modellanvändningen. Schemaläggare på skolor som inte använder systemet nästa år utmärks av enkätsvar, som tyder på besvärliga schemaproblem, vilka inte blivit tillfredställande lösta. Trots att besvärligheterna inte hänförs till det praktiska utnyttjandet av systemet och trots att erhållen utbildning ansetts tillräcklig, så anger blivande bortfallskunder behov av mer utbildning om systemets användning.

Analyserna av brukarundersökningens enkätsvar visar att modellens utformning, funktionssätt och användningsmöjligheter inte kan tas som huvudförklaring till kundbortfallet. Däremot tycks en i sig besvärlig schemaproblematik kunna knytas till kundbortfallet. Enkätundersökningen reser därför den väsentliga frågan varför kunder med besvärliga schemaproblem inte vill/kan utnyttja det lätthanterliga schemasystemet som ett analyserande hjälpmedel i sitt arbete. Frågan kommer att formuleras på nytt i nästa kapitel utifrån en schemateknisk dokumentering av en hel årsproduktion av datorlagda scheman. I kapitel 11 diskuteras kognitivt inriktade svar på frågan.

7.1 INLEDNING

Efter 1977 års schemasäsong var schemasystemets kundutveckling alltså svårtolkad och i vissa stycken motsägelsefull. Som framgått av kapitel 5 och 6 kunde de ekonomiska och hanteringsmässiga förhållandena kring modellanvändningen inte tas som generella förklaringar till kundbortfallet. Trots omfattande undersökningar och insatser kvarstod frågan om vad som i grunden förorsakade systemets uppenbara implementeringsmotstånd. Frågans svar stod möjligen att finna i en dittills inte utforskad sökriktning. Vad skulle då vara en lämplig riktning för fortsatt sökande? Här ska noteras att enkätundersökningens analysresultat vid denna tidpunkt utgjordes av de sammanställningar som presenterades i avsnitt 6.6.

Utifrån min modelltekniska bakgrund tedde det sig näraliggande att försöka relatera systemets begränsade marknadsframgång till den schematekniska kvaliteten i modellens schemaförslag. I Kommunedatas terminologi gällde det prestanda hos 'redskapet' Kombi-systemet. Var det möjligen så att modellen helt enkelt inte presterade en tillräckligt bra läggning? Var det exempelvis antalet utsparkningar, som vållade schemaläggarnas justerings-svårigheter? Även om schemaläggningens fullständiga datorisering är en praktisk, ekonomisk och kombinatorisk omöjlighet, jfr kapitel 2-4, så kunde det ifrågasättas om man borde/kunde höja modellens läggningsprestanda.

Sju års driftserfarenheter av läggningsmodellen hade självklart givit underlag för analyser av modellens tekniska läggningsförmåga. Under den hektiska produktionssäsongen var det emellertid inte möjligt att få ett samlat och dokumenterat grepp om hur ofta, och med vilka effekter, olika läggningsvarianter förekom. Vid detaljgranskningar av modellens schemaförslag kunde det dock som regel konstateras, att utsparkningarna hade anknytning till någon form av strama förutsättningar, exempelvis snäva tidsrestriktioner för klasser, lärare eller lokaler. Här aktualiserades så den väsentliga frågan om utsparkningarna huvudsakligen förorsakades av omöjliga krav i förutsättningarna eller av modellens begränsade läggningsförmåga.

För att kunna klarlägga den generella styrkan och omfattningen av eventuellt kritiska samband mellan schemaförutsättningarna, modellens läggningsprocess och schemaförslagets utformning krävs läggningsdata från ett större antal scheman. Under schemasäsongen 1978 insamlades ett sådant empiriskt dataunderlag. På maskinell väg loggades en rad nyckelvärden för samtliga scheman, som modellen producerade detta år.

Den ursprungliga avsikten med insamlingen av den läggningstekniska statistiken var att få underlag för en teknisk vidareutveckling av modellen. Trots att de modelltekniska detaljerna har en underordnad plats i denna studie ägnas loggstatistiken ett separat kapitel. Med hjälp av den tekniska statistiken går det nämligen att belysa en rad intressanta fenomen kring schemaläggarnas användning av modellen.

I fortsättningen av detta kapitel redogörs först för omfattningen och inriktningen av den maskinellt loggade statistiken. Därefter refereras i korthet de modellenvändande skolornas kundstatus relativt antalet modellläggningar 1978. Vidare analyseras och kommenteras omfattningen av det modelltekniska läggning utfallet (utsparkningarna) inom olika kundgrupperingar. Efter jämförelser av olika kundgruppers läggningar diskuteras möjligheterna att med hjälp av läggningsstatistiken göra en prognos på kundutvecklingen. Tolknigen av utsparkningarnas samband med övriga loggvariabler ger upplysningar inte bara om modellens läggning utan även om modellenvändarnas preparering av schemats förutsättningar. I appendix 3 beskrivs en utvecklingsstrategi för effektivisering av modellens schemaläggning.

7.2 LÄGGNINGSSTATISTIKENS OMFATTNING OCH INRIKTNING

Genom kompletteringar av schemasystemets program loggades ett antal av de variabelvärden, som modellen utnyttjade under den maskinella bearbetningen av schemat. På grund av varje schemas stora datainnehåll var det praktiskt nödvändigt att begränsa loggningen till aggregerade värden per schema. Exempelvis anges schemabitarnas initiala läggning utrymme med medelvärdet av antalet alternativa placeringsmöjligheter per läggning. Genom dylika aggregeringar förloras det enskilda schemats detaljerade särdrag. Här bör observeras att läggningssstatistiken primärt inte inriktades mot specifika detaljer i enskilda scheman utan var ett försök att spegla förhållandena i en hel årsproduktion av läggningar. Om det med dessa aggregeringar kan påvisas klara och genomgående läggningssmönster, så bör dessa mönster rimligen kunna tillmätas generell giltighet för den samlade årsproduktionen och för modellens principiella läggningssförmåga.

Den automatiska insamlingen av rådata medförde att det statistiska materialet blev komplett. När väl loggningens programdelar var uttestade kunde inga luckor uppstå på den loggfil, som successivt ackumulerade läggningsdata från varje modellagt schema. Den maskinella formen av datainsamling begränsade grunddata till enbart kvantitativa storheter rörande schemats förutsättningar, modellens läggningsprocess och schemaförslagens utsparkningar. I loggstatistiken ingår således varken pedagogiska eller andra kvalitativa värderingar av schemat. Denna kvantitativa inriktning av rådata var naturlig eftersom avsikten primärt var att analysera modellens kvantitativa/kombinatoriska hantering av schemat. Kvantitativa grunddata utgör dock inget principiellt hinder för kvalitativt inriktade tolkningar av modellenvändarnas agerande. Läggningssstatistikens variabler grupperas i fem huvudtyper enligt nedan.

Variabeltyp	Variablerna uttrycker
ST	Storleken på schemat
SL	Slacken i schemats tidsrestriktioner
UL	Utläggningarnas strukturella utformning
LP	Lägningsprocessens strukturella förlopp
RE	Resultatet av modellens utläggning

I fortsättningen används variabelbeteckningar bestående av tre delar. Första delen utgörs av variabeltyp enligt ovan. Andra delen är alltid bokstaven a eller r för utmärkande av om variabeln står för att absolut eller ett relativt värde. Tredje och sista delen av beteckningen är en förkortning som refererar till variabelns detaljdefinition. Sålunda är exempelvis STakl en storleksvariabel som i absoluta tal anger antalet klasser i schemat. ULryt står för andelen av schemats utläggningar som ska vara yttertimmar. Tabell B5.1 i bilaga 5 ger detaljerade definitioner av loggstatistikens 43 variabler. Observera att de storheter som mäts av samtliga UL- och LP-variabler samt av två av RE-variablerna förekommer i både a- och r-version. Detta betyder att motsvarande schemaförhållanden anges i både absoluta och i relativa tal.

Efter 1978 års schemaläggningssäsong innehöll loggfilen data från 205 modelläggningar för sammanlagt 152 danska och svenska skolor, jfr tabell B1.2. I jämförelse med de danska kommunala folkskolorna (141 st) har övriga danska kundskolor (3 st) och de svenska skolorna (8 st) vissa principiella särdrag i sina förutsättningar. Typiska exempel på sådana särdrag är de svenska klassluncherna. Olika skoltypers särdrag kan vara väsentliga vid en dataljerad analys av modellens lägningsförmåga. Den helt dominerande skoltypen utgörs av de danska kommunala folkskolorna. Övriga skoltyper är så få, att de inte kan bilda underlag för vare sig separata eller jämförande analyser. I fortsättningen kommer därför analyserna endast avse de danska kommunala folkskolornas läggningar.

De 141 danska kommunala folkskolorna företog 191 modellkörningar. Tre läggningar för tre olika skolor har uteslutits från analysunderlaget. Motiven härför är att RE-variablerna i dessa fall uppvisar extrema lägningsutfall. De tre extremskolorna avviker markant från följande maximalvärden för övriga skolor.

	Antal resterande utläggn.	Andel resterande utläggn. %	Andel resterande klasspos. %
Max. värde:	50	6,2	6,7

Den första extremskolan har både absolut och relativt sett exceptionellt många utsparkade schemabitar (82 st, 11,3 %). Den andra skolan utmärks av en helt extraordinär rest i andelen klasspositioner (16,4 %). Den tredje skolan faller inte utanför ramen i de relativa resultatvariablerna. Beroende på sin storlek visar den dock ett extremt stort antal utsparkade schemabitar (70 st). För att dessa tre extremfall inte ska kunna snedvräda RE-variablernas fördelningar, och heller inte kunna påverka tolkningarna av loggstistiken, har fallen uteslutits.

Underlaget för de följande analyserna utgörs av 188 läggningar fördelade på 138 olika skolor. Vissa skolor har således gjort mer än en modellläggning av sitt schema. I tabell 7.1 specificeras antalet skolor per antalet modellläggningar. Enligt figuren framgår att grupp A (99 st) anger läggningarna för de skolorna där modellen bara körts en gång. Grupp B (39 st) består av förstagångsläggningarna för de skolorna där modellen körts mer än en gång. Grupp C (39 st) är sistagångsläggningarna när samma schema körts mer än en gång. Läggningarna i grupp B och grupp C härrör således från samma skolpopulation. Läggningssgrupperna A, B och C kommer i fortsättningen att utgöra en bland flera kundindelningar vid analyser av läggningstekniska detaljer inom olika kundgrupperingar. De modelltekniska läggningarna i ovannämnda grupper kommer att betecknas A, B och C. Kundens skolorna vars läggningar tillhör grupp A betecknas med SkA. För de skolorna vars läggningar bildar grupp B och grupp C används beteckningen SkBC.

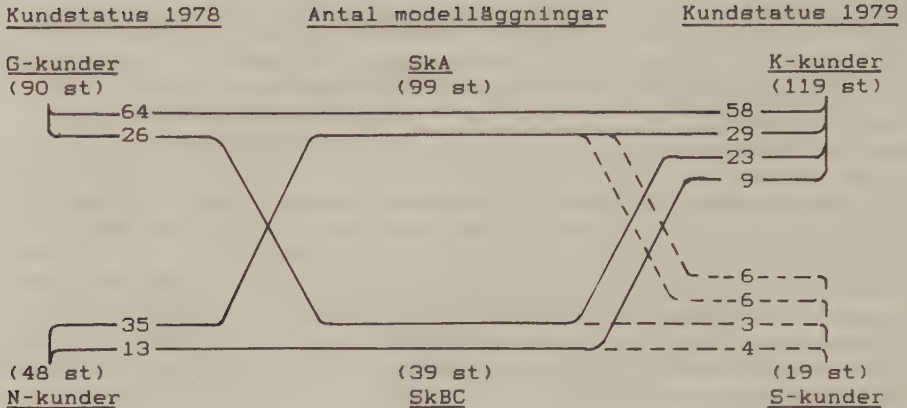
Antal gånger schemat lagts 1978	Antal skolor	Antal skolor per läggningstillfälle					Tot
		1:a	2:a	3:e	4:e	5:e	
1	99 SkA	99 A	-	-	-	-	99
2	30	30	30	-	C	-	60
3	8	8	8	8	-	-	24
4	0 SkBC	0 B	0	0	0	-	0
5	1	1	1	1	1	1	5
Totalt	138	139	39	9	1	1	188

Tabell 7.1 Fördelning av antal skolor per antal läggningar

För de skolor som kört samma schema mer än tre gånger finns 11 registrerade läggningar mellan första och sista läggningen. I fortsättningen kommer dessa fall inte att behandlas. Antalet mellanliggande läggningar är så ringa, att det inte är meningsfullt med stegvis analys när mer än två läggningar gjort.

7.3 SKOLORNAS KUNDSTATUS RELATIVT ANTALET MODELLÄGGNINGAR

En skolas aktuella kundstatus är antingen gammal kund, G-kund, eller ny kund, N-kund. Som G-kund använde skolan modellen 1977 och eventuellt dessförinnan. En N-kund var inte kund 1977, men kan eventuellt ha varit kund före 1977. Kommande kundstatus avser om skolan kvarstod som kund 1979, K-kund, eller om skolan slutade med modellen användningen 1979, S-kund. Kundstatusgrupperingarna görs här enligt kundstatistikens kundbegrepp, se kapitel 5. Det är således skolenheten och inte den individuella schemaläggaren, som utgör kunden. Som utgångsläge för det följande tas nedanstående flödesbeskrivning av hur 1978 års gamla och nya kunder, via antalet läggningar, fördelar sig på K-kunder och S-kunder 1979.



G-kund: Gammal kund (kund 1977, och ev tidigare).
 N-kund: Ny kund (ej kund 1977, men ev tidigare).
 SkA : Skolor med bara en modellläggning 1978.
 SkBC : Skolor med mer än en modellläggning 1978.
 K-kund: Kvarstår som kund 1979.
 S-kund: Slutar som kund 1979.

Figur 7.1 Kundstatus 1978 och 1979 relativt antalet modellläggningar 1978

Läggingsstatistikens 138 kundskolor bildar 8 olika kombinationsgrupper av kundstatus 1978/79 och antal modellläggningar. Dessa skolgrupperingar utnyttjas nu för ett antal korstabeller av kundstatus och antal modellläggningar. Samtliga korstabeller är av 2x2-typ. I tabell B5.1 i bilaga 5 anges de signifikansnivåer som erhålls vid χ^2 -tester av fördelningarna i dessa korstabeller. De primära fördelningarna i korstabellerna kan utläsas av figur 7.1 ovan.

Enligt tabell B5.1 framgår att kundstatusen inför 1978 års modellanvändning inte kan antas ha varit avgörande för om modellen kom att köras en eller flera gånger. Antalet modellkörningar utgör i sin tur en dålig indikator på skolornas kommande kundstatus. Det senare gäller även vid separata analyser av antalet körningar för gamla och nya kunder. Däremot antyds ett samband mellan aktuell och kommande kundstatus inom totalpopulationen av skolor. På grund av låga förväntade frekvenser kan detta samband inte påvisas lika klart inom delmängderna SkA och SkBC.

Antalet modellläggningar 1978 tycks alltså inte ha något påtagligt samband med kundstatusen vare sig 1978 eller 1979. De statistiska sambanden mellan föregående och kommande kundstatus kan därför rimligen antas vara oberoende av antalet modellläggningar. En närmare granskning av sifferunderlaget ger dock antydningar om en tendens enligt vilken antalet modellkörningar, och deras bakomliggande motiv, kanske inte är helt ointressant relativt kundutvecklingen. Tabell B5.2 sammanfattar kundav-

gångarna på basis av de 8 olika kundgrupperingarna i figur 7.1. I tabellen redovisas modellojaliteten 1979 relativt kombinationerna av kundstatus och antal modellkörningar 1978. Avgångarna har en viss överrepresentation bland skolor som kört modellen mer än en gång, speciellt bland de nya kunderna. I anslutning till kostnaderna för modellen användningen ger denna tendens underlag för två olika och delvis motstridiga tolkningar.

Enligt en första tolkning kan kunder med mer än en modellkörning ha ansett att kostnaden blev för hög och att man därför inte hade råd att fortsätta 1979. Ekonomin skulle sålunda kunna tänkas ha föranlett en viss andel av kundavgångarna. Enligt en annan tolkning har skolorna i SkBC-gruppen uppenbarligen haft råd att köra modellen mer än en gång. Ekonomin kan därför inte på förhand ha dikterat bara en modellkörning. Avgångarna i SkBC-gruppen kan därför inte ses som en ekonomiskt betingad konsekvens av att modellen bara kunde köras en gång. Detta senare förhållande kan dock inte uteslutas för avgångarna inom SkA-gruppen. Gruppernas ringa kundantal gör att tolkningarna inte kan prövas statistiskt. Några kommentarer kan dock göras.

Den tidigare analysen av kundavgångarnas eventuella beroende av kommunala beviljningar talar mot en generell giltighet för den första tolkningen. Vid analyserna av kundbortfallet i anslutning till 1975 års brukarundersökning framkom inget klart samband mellan bortfall och antal modellkörningar. En jämförelse mellan 1975 och 1978 är här intressant på grund av att kunderna det förstnämnda året kunde köra ett obegränsat antal gånger för samma pris medan varje körning debiterades 1978. Om skolorna på grund av ekonomiska restriktioner inte kunde köra önskat/behövligt antal gånger 1978, och till följd härav slutade 1979, så kan det största kundbortfallet förväntas ske inom SkA-gruppen. Enligt tabell B5.2 antyds istället motsatsen, dvs störst kundavgång bland skolor som kört mer än en gång.

Oavsett kundutvecklingens eventuella samband med antalet modellkörningar kan det slås fast, att en omläggning av schemat inte i sig är ett självändamål. Det finns rimligen en schemateknisk grund för det merarbete, som omläggningen innebär för modellanvändaren. I princip kan förklaringar till omläggningarna sökas från tre delvis sammanlänkade utgångspunkter.

Felaktigheter i schemats mer eller mindre realistiska förutsättningar kan föranleda en förnyad modellkörning. Vidare kan modellens eventuellt bristande lägningsförmåga göra en omläggning motiverad efter korrigeringar och preciseringar av lägningsdirektiven. Slutligen kan felaktigheter, brister och missförstånd vid schemaläggarens modellen användning kräva ett nytt lägningsförsök. I fortsättningen kommer lägningsstatistiken att utnyttjas för analyserande beskrivningar av schemats förutsättningar, modellens läggning och samband dem emellan. Härigenom kan också vissa indirekta tolkningar göras av schemaläggarnas utnyttjande av modellen. Vid analyserna kommer de hittills använda kundgrupperingarna åter till användning. I nästa avsnitt granskas sambandet mellan det modelltekniska lägningsutfallet och kundutvecklingen.

7.4 LÄGGNINGSUTFALL FÖR OLIKA KUNDGRUPPER

Modellens läggningsutfall redovisas via de tre RE-variablerna. Enligt tabell B5.1 i bilaga 5 framgår att dessa variabler anger antalet och andelen resterande utläggningar (REautl, RErutl) samt andelen resterande positioner i klassernas scheman (RErklpos). En minimerad läggningsrest är en till synes uppenbar och enkel indikation på en framgångsrik modellläggning. Den redovisade läggningsresten kan dock inte enbart ses som utslag av modellens inre effektivitet. Det krävs därför vissa klargörande kommentarer innan modellläggningens kvantitativa utfall tolkas.

Enligt diskussionen i kapitel 4 finns det som regel inte en entydig orsak till att en schemabit blir utsparkad i modellens schemaförslag. I princip kan utsparkningarna antingen bero på inkonsistenta förutsättningar och eller bero på modellens heuristiska läggningsförfarande. Modellen kan inte ge några explicita upplysningar om när och hur dessa två huvudorsaker ligger bakom utsparkningarna i det maskinellt lagda schemaförslaget. En koncentrerad anhopning av utsparkade schemabitar i början av läggningsjournalen utgör som regel en stark indikation på någon form av inkonsistenta förutsättningar, se appendix 2 angående läggningsjournalen. I loggstatistiken markeras inte utsparkningarnas tidsmässiga placeringar i läggningsjournalen.

1978 års loggstatistik redovisar fyra fall där modellen lagt skolans schema utan någon resterande läggning. Modellen har därför inte någon intern och systematisk svaghet, som obligatoriskt ger utsparkningar i varje körning. Analyserna av RE-variablerna kan således inte utan vidare användas för en utvärdering av modellens tekniska och kombinatoriska läggningsförmåga. Dessa modelltekniska komplikationer kan dock i allt väsentligt kringgåas eftersom analyserna här primärt inriktas mot jämförelser av olika kundgrupperas läggningsutfall.

För en modellanvändande schemaläggare torde det i praktiken vara ovidkommande om en utsparkning beror på inkonsistenta förutsättningar eller på modellens läggningsmisstag. Schemaläggarens huvudintresse är istället inriktat på justeringarna, som ger ett komplett schema. Enligt diskussionen i avsnitt 2.2.4 föreligger i praktiskt hänseende inga större skillnader vid upplösandet av definitiva inkonsistenser (beror på förutsättningar) och temporära inkonsistenser (beror på läggningens utförande). Detta innebär dock inte att läggningsjournalens redovisning av modellens utsparkningar saknar praktiskt informationsvärde. Läggningsjournalen ger upplysningar om vad som i sista hand förorsakade utsparkningen i det aktuella läget. En sådan upplysning kan i sin tur ge modellanvändaren indikationer på möjliga bakomliggande orsaker till utsparkningen och även ge uppslag till lämpliga korrigeringar.

Davsett om, eller i vilka proportioner, ett modellförslags utsparkningar beror på förutsättningarna eller på modellen kan antalet utsparkningar antas vara proportionellt mot schemats storlek. I avsnitt 4.3.3 framkom att ett schema innehåller ett stort antal delmängder av inbördes konflikterande läggningar. Förekomsten av inkonsistenta läggningskrav torde i väsentlig

grad kunna relateras till icke läggingsbara delmängder av detta slag. Antalet sådana delmängder kan förväntas vara proportionellt mot schemats storlek. Modellens stegvisa och icke bakande läggingsprocess bör rimligen innebära att antalet utsparkningar ökar i takt med antalet läggingssteg, dvs i takt med schemats storlek. Risken för omöjliga läggingskrav och utsparkningar torde därför generellt sett vara störst för stora scheman.

I och med att antalet utsparkningar antas vara proportionella mot schemats storlek, så bör antalet resternade utläggningar betraktas mot bakgrund av schemats totala antal utläggningar. Vid jämförande analyser av olika kundgruppers läggingsutfall bör resten således anges i de relativa RE-variablerna. Vidare ska här observeras att i modellens olika läggingskriterier väger läggningarnas schemapositioner tyngre än klassernas positioner. Andelen resterande utläggningar (RErutl) är därför den resultatvariabel, som klarast speglar rent modelltekniska förhållanden.

RE-variablernas redovisning av läggingsutfallet får inte förväxlas med schemaläggarens kvalitativa bedömning av modellens schemaförslag såsom arbetsunderlag för slutlig schemajustering. Kvalitativa bedömningar ligger, som tidigare framhållits, utanför läggingsstatistikens ramar. En värdering av schemakvaliteten i modellens läggingsförslag kan givetvis inte ske frikopplat från schemats förutsättningar. Lösa och oprecisa krav till modellen kan, trots kanske få utsparkningar, ge ett kvalitativt dåligt resultat. En stor andel resterande utläggningar behöver inte vara liktydigt med en dålig modellprestation utan kan bero på för strama eller rent av orimliga läggingskrav. Via indirekta tolkningar kommer det senare att framgå inom vilka kundkategorier, som inkonsistenta schemakrav kan spåras via modellens redovisade läggingsrest.

Inom loggstatistikens ramar och mot bakgrund av ovanstående kommentarer och reservationer ska modellens kvantitativa läggingsresultat nu analyseras och kommenteras. Ett antal jämförelser av olika kundgruppers läggingsutfall ska belysa huruvida den redovisade läggingsresten kan anses ha samband med kundskolornas förutvarande och kommande kundstatus. Vidare granskas sambandet mellan det kvantitativa läggingsutfallet och antalet modellkörningar.

Tabell B5.4 - B5.6 i bilaga 5 redovisar parvisa jämförelser av olika kundgruppers läggingsresultat. Genom icke-parametriska tests undersöks om grupperna uppvisar signifikant särskiljande rester i sina maskinellt producerade schemaförslag. Icke-parametriska tests har valts eftersom dessa inte kräver speciella antaganden om de undersökta variablernas fördelningar. Enligt Mann-Whitney's och Wilcoxon's test undersöks i första hand skillnader i centrala tendenser (medelvärdes- och medianskillnader). Kolmogorov-Smirnovs test inriktas på en mer allmän indikering av skilljaktigheter i de testade fördelningarna. Det senare testet tilldelas här en mera sidoordnad kontrollfunktion och måste tolkas med viss försiktighet eftersom jämförelsegrupperna är olika stora, jfr Siegel (1956). I de aktuella analyserna kommer jämförelsekriterierna i huvudsak att vara lokali-

seringen av centrala tendenser i restvariabelnas fördelningar.

I tabell B5.4 redovisas läggning utfallet i första modellkörningen relativt skolornas föregående kundstatus. Den relativa läggning resten indikerar här inga signifikanta skillnader mellan gamla och nya kunder. Samma förhållande framträder även vid separata analyser av engångsläggningarna (läggning grupp A) och förstagångsläggningarna bland försöksläggningarna (läggning grupp B).

Andelen resterande utläggningar utgör ingen signifikant skillnad mellan engångsläggningar och försöksläggningar. Däremot visar sig andelen resterande klasspositioner vara jämförelsevis klart högre bland försöksläggningarna än bland engångsläggningarna. Detta kan tolkas så, att en jämförelsevis hög andel resterande klasspositioner, till skillnad från en hög andel resterande utläggningar, föranleder en förnyad modellkörning. Vid en separering av gamla och nya kunders utfall bland engångslagda och försökslagda scheman visar det sig, något överraskande, att de nya kundernas förnyade modellkörningar inte kan ses som en direkt konsekvens av en genomgående hög restandel.

Av tabell B5.4 framgår att restandelen för gamla och för nya kunders första modellkörning endast i ett avseende kan anses ha visat statistiskt samband med kundstatusen. De gamla kunderna kan förväntas göra förnyade modellkörningar när andelen resterande klasspositioner är jämförelsevis högt. Av de hittills gjorda analyserna kan inte utläsas varför andelen klasspositioner, men inte andelen resterande utläggningar, förefaller kunna motivera upprepade modellkörningar.

I tabell B5.4 redovisas läggning resterna för de skolor där modellen kördes mer än en gång. Det rör sig här om jämförelser av läggning utfallet i första körningen (läggning grupp B) och i slutkörningen (läggning grupp C). Här tillämpas Wilcoxon's test eftersom grupperna B och C representerar samma kundskolor.

För gamla och nya kunder tillsammans antyds en svag tendens mot att andelen resterande utläggningar faktiskt ökar, medan andelen resterande klasspositioner minskar, vid modellens upprepade användning. Separata jämförelser av förändringarna för gamla och nya kunder visar att den maskinella omläggningen av schemat har olika effekter för dessa två kundkategorier. De gamla kunderna når, via omläggningen, en klar minskning av andelen resterande klasspositioner. Enligt tabell B5.4 framkom att just de resterande klasspositionerna kan antas ha föranlett de gamla kunderna att lägga om schemat. Här visar det sig nu att just denna resultatvariabel också uppvisar en klar förbättring för de gamla kunderna. De nya kunderna får däremot ökad andel resterande utläggningar vid schemats omläggning.

I tabell B5.6 redovisas den relativa läggning restens samband med modellkundernas kommande kundstatus. När en skola kör modellen mer än en gång uppstår frågan om vilket av läggning utfallen, som i första hand bör relateras till kundutvecklingen. Å ena sidan kan det förefalla rimligt att anta, att modellens sista schemaförslag bildat underlag för det slutliga schemat.

Till följd härav borde utfallet från läggingsgrupp C relateras till kommande kundstatus. Å andra sidan saknas information för uteslutande av möjligheten att det slutliga schemat baseras på det första schemaförslaget. Vidare kan den kommande kundutvecklingen givetvis ha påverkats av det sammanvägda utfallet från flera modellkörningar. Eftersom antalet kunder med mer än en körning bara utgör 28 procent av samtliga kunder, så torde valet mellan läggingsgrupp B och C inte i avgörande grad kunna påverka analysresultaten för den totala kundpopulationen. Denna förmodan bekräftas fullt ut i tabell B5.6 vars huvudtendenser nu kortfattat ska kommenteras.

I den utsträckning läggingsresten är särskiljande för K-kunder och S-kunder, så gäller detta genomgående andelen resterande klasspositioner (RErkpos) framför andelen resterande utläggningar (RErutl). Tabell B5.6 visar att nya kunder, till skillnad från gamla kunder, har en högre relativ rest av klasspositioner i de fall där modellen inte kommer att användas nästa år. Detta gäller oavsett om gruppjämförelserna görs på läggingsgrupp A+B eller på A+C. Vid separata analyser av kundernas modellojalitet inom läggingsgrupp A, B och C visar de nya kunderna dock bara detta mönster inom grupp A.

Tabell B5.6 indikerar således att det kommande kundbortfallets samband med modellkörningens kvantitativa utfall huvudsakligen kan spåras via andelen resterande klasspositioner. Sambandet gäller primärt för nya kunder som bara kört modellen en gång. Detta analysresultat föranleder några väsentliga kommentarer.

Av loggstatistikens två relativa resultatvariabler utgör andelen resterande utläggningar, RErutl, den för modellen mest representativa variabeln. Kundernas fortsatta modellanvändning har dock klarare samband med andelen resterande klasspositioner, RErkpos, än med RErutl. Det kan därför förefalla som om andra förhållanden än de direkt modelltekniska väger tyngst vid ställningstagandet till fortsatt modellanvändning. Detta kan emellertid i sin tur eventuellt vara ett utslag av att modellen inte tillräckligt väl täcker in väsentliga användarkrav. Dessa krav skulle i så fall vara särpräglade för nya kunder som enbart kör en gång. I senare avsnitt görs försök till klarläggning av vilka bakomliggande förhållanden, som loggstatistiken kan redovisa i detta sammanhang. Förhållandet att en hög andel resterande klasspositioner utmärker blivande bortfalls-kunder bland nya kunder, som bara gör en modellkörning, kan inte tas som generellt uttryck för att modellläggningens restandel har betydelse för kundernas modellojalitet. Det aktuella sambandet har huvudsakligen lokaliserats till en klar minoritet av kunderna. Inom denna minoritetsgrupp är kundbortfallet dock inte av någon markant omfattning, jfr tabell B5.3.

Sammanfattningsvis har analyserna av sambanden mellan modellens läggingsutfall och skolornas kundstatus klarlagt följande huvudmönster.

- Gamla kunder, som kör modellen mer än en gång, har en hög andel resterade klasspositioner i första läggingsförsöket.

- Gamla kunders omläggningar av schemat reducerar andelen resterande klasspositioner. Nya kunders omläggningar tenderar att ge en ökad andel resterande utläggningar.
- Nya kunder, som kommer att sluta med modellenanvändningen, och som bara gjort en körning, uppvisar en jämförelsevis hög andel resterande klasspositioner.

Dessa sambandsmönster indikerar att modellens kvantitativa läggning utfall förefaller ha klarare kopplingar till skolornas föregående än till deras kommande kundstatus. De i flera avseenden framkomna skillnaderna mellan gamla och nya kunders läggningsrester reser frågan om andra variabler i läggningsstatistiken ytterligare kan belysa schemamässiga särdrag för dessa kundgrupper. En närmare undersökning i denna riktning är även motiverad mot bakgrund av de nya kundernas genomgående stora bortfall.

7.5 JÄMFÖRELSE AV OLIKA KUNDGRUPPERS LÄGGNINGSSTATISTIK

Enligt definitionerna i tabell B5.1 omfattar läggningsstatistiken loggade värden som, utöver det kvantitativa läggning utfallet, även uttrycker schemats storlek och karaktär. Vidare finns variabler som anger omfattningen och inriktningen på schemaläggarnas styrning av läggningen. Modellens läggningsprocess anges av variabler knutna till modellens läggningskriterier.

Läggningsstatistikens samtliga variabler utnyttjas nu i en rad sonderande jämförelser. Syftet är att utröna huruvida det kan spåras skillnader mellan gamla och nya kunder, mellan kvarvarande och bortfallande kunder och mellan kunder som kör modellen olika många gånger. Dessa tre grundtyper av kundjämförelser kombineras till 12 olika gruppjämförelser. De centrala frågeställningarna i dessa jämförelser framgår av tabell 7.2 nedan. Av tabellen framgår att gruppjämförelserna har tre huvudinriktningar, nämligen:

- Särdrag i den första modellkörningen (tabell B5.7)
- Förändringar vid upprepad modellkörning (tabell B5.8)
- Särdrag relaterade till kommande kundbortfall (tabell B5.9)

Innan de olika jämförelserna kommenteras utifrån analysresultaten i bilaga 5 krävs några klarlägganden och påpekanden.

Jämf. grupper		Antal	Analys-	Gruppjämförelsens huvudfråga
Lägg- nings- grupp	Kund- sta- tus	läggn. per grupp	tabell i Bil. 5	
A+B A+B	G N	90 48	B5.7	Vad särskiljer gamla och nya kunder i den första modellkörningen?
A B	G+N G+N	99 39	"	Vad utmärker modelläggningar, som kommer att köras om?
A B	G G	64 26	"	Vad utmärker gamla kunders läggningar, som senare körs om?
A B	N N	35 13	"	Vad utmärker nya kunders läggningar, som senare körs om?
B C	G+N G+N	39 39	B5.8	Vad ändras när schemat körs om?
B C	G G	26 26	"	Vad ändras när gamla kunder kör om schemat?
B C	N N	13 13	"	Vad ändras när nya kunder kör om schemat?
A+C A+C	K S	119 19	B5.9	Vad utmärker scheman för blivande bortfallskunder?
A+C A+C	G+K G+S	81 9	"	Vad utmärker scheman för blivande bortfallskunder bland gamla kunder?
A+C A+C	N+K N+S	38 10	"	Vad utmärker scheman för blivande bortfallskunder bland nya kunder?
A+C A+C	G+S N+S	9 10	"	Vad särskiljer gamla och nya bortfallskunder?
A+C A+C	G+K N+K	81 38	"	Vad särskiljer gamla och nya fortsättningskunder?

Tabell 7.2 Jämförelser av kundgrupper

De parvisa gruppjämförelserna görs för att undersöka om några av loggstatistikens variabler uppvisar särskiljande mönster för de aktuella kundgrupperna. Om så visar sig vara fallet gäller det att tolka gruppskillnaderna. Dessa tolkningar ska dels belysa schemaläggarnas användning av modellen och dels spåra ev samband mellan tekniska lägningsförhållanden och kundutvecklingen.

De statistiska testerna i tabell B5.7-9 följer helt de antaganden och motiveringar, som tidigare diskuterats i avsnitt 7.4 i anslutning till analysen av olika kundgruppers lägningsrester. För fullständighetens skull återges RE-variablerna även i de nu aktuella tabellerna. Diskussionen kring lägningsutfallet upprepas dock inte här.

Av utrymmesskäl anger tabell B5.7-9 bara medelvärden och signifikansnivå vid de gruppvisa jämförelserna av varje variabel. Utöver redovisningen från Mann-Whitny's test (tabell B5.7 och B5.9) samt Wilcoxon's test (tabell B5.8) har t-test körts för samtliga gruppjämförelser. Därutöver har Kolmogorov-Smirnovs test parallellt körts för tabell B5.7 och B5.9. Dessa alternativa tests föranleder inga tolkningar, som avviker från de slutsatser, som kan dras på basis av de i bilaga 7 redovisade testresultaten. I följande sammanfattning av analysresultaten från

tabell B5.7-9 har en signifikansnivå av storleksordningen 0,10 använts som riktvärde för när en variabel klassificeras som gruppvis särskiljande i sin centrala lokalisering.

7.5.1 Särskiljande drag i den första modellkörningen

Analyserna i tabell B5.7 i bilaga 5 visar att gamla kunder i genomsnitt har ett något större schema än nya kunder. Detta visar sig främst via antalet schemabitar, utläggningar och lärare. Den relativa fördelningen av utläggningarnas karaktär, ULr-variablerna, anger dock inte några klara skillnader mellan gamla och nya kunder. I jämförelse med gamla kunders schema har nya kunder stramare blockering av lärare samt större antal och andel kopplingar mellan schemabitar och fler generella prioriteringar av bitarnas läggningar.

Sett över hela kundpopulationen visar jämförelser av läggningsgrupperna A och B att kommande omläggningar (grupp B) i ringa omfattning kan spåras i läggningsstatistikens dokumentation av den första modelläggnings. Endast en mindre andel multipeltimmar på en aktivitet samt en större andel lärarinitierade läggningar kan relateras till B-gruppen.

Inom gruppen gamla kunder visar statistiken inga större avvikelser från vad som framkommit för hela kundpopulationen. Detta är i sig föga överraskande eftersom 65 procent av samtliga kunder utgörs av gamla kunder.

För nya kunder som kommer att lägga om sitt schema kan spåras ett jämförelsevis ringa utnyttjande av lokalgrupper och ett stort utnyttjande av speciella prioriteringar.

7.5.2 Förändringar vid schemats omläggning

Tabell B5.8 i bilaga 5 redovisar jämförelserna mellan läggningsgrupperna B och C, dvs förändringarna vid schemats omläggning. Vissa ändringar kan ha företagits utan att några variabelvärden ändrats. Exempelvis kan två lärare ha bytt klasser utan att någon av loggstatistikens variabler påverkats. De gruppvisa jämförelserna grundas därför på ett svårspecificerat urval av kvantitativa schemaändringar.

Signifikansnivåerna i tabell B5.8 baseras på enbart de fall vars variabelvärde är olika i grupp B och C. I tabellen anges därför även antalet skolor med oförändrat variabelvärde i första och sista modelläggnings. Tolkingen av förändringar på gruppnivå görs endast för de variabler där minst hälften av skolorna har redovisat ett ändrat variabelvärde. På grund av denna begränsning kommer kundjämförelserna att ske med delvis olika skolpopulationer för olika variabler.

Enligt ST-variablerna framgår att bortglömda klasser, lärare eller lokaler inte kan anföras som generellt motiv för ytterligare en modellkörning. Däremot kan noteras en allmän tendens

mot att omläggningarna skedde med stramare tidsblockeringar för klasser, lärare och lokaler. Den relativa minskningen av kopplade schemabitar torde väsentligen kunna ses som en kombinationseffekt av att ett fåtal kunder minskade sina kopplingar och något fler ökade antalet utläggningar. Ett fåtal skolor ökade de speciella prioriteringarna medan modellen ökade de klassvis tvingande utläggningarna och minskade de kalkylerade utläggningarna.

De gamla kunderna ansluter väl till det förändringsmönster, som noterats för hela gruppen av omläggande skolor. Dock kan noteras att det i första hand är klassernas och lärarnas blockeringar, som gamla kunder skärper.

För de nya kundernas omläggningar sker en viss ökning av antalet utläggningar, främst enkeltimutläggningar med flera aktiviteter. Möjligen kan man härav utläsa att några schemaläggare från början inte noterat rätt antal läggningstillfällen för vissa schemabitar. Vidare kan noteras att de skärpta blockeringarna här främst gäller för lokaler och klasser. Liksom gamla kunder tillgriper de nya kunderna ytterligare speciella prioriteringar inför den sista modellkörningen. Vidare reduceras andelen och antalet av modellens kalkylerade läggningar. Däremot visar de nya kundernas omläggningar ingen signifikant ökning av modellens klassvis tvingande utläggningar.

7.5.3 Utmärkande drag för kommande bortfallskunder

I enlighet med den tidigare diskussion kring lägningsrestens samband med kundbortfallet baseras jämförelserna här på lägningsgrupp A+C, dvs engångsläggningarna plus slutläggningarna för skolor där modellen kördes mer än en gång. Det loggstatistiska underlaget redovisas i tabell B5.9 i bilaga 5.

Inom hela kundpopulationen utmärks blivande bortfallskunder av jämförelsevis hårda tidsrestriktioner för lärare och klasser. Som högst troliga konsekvenser härav kan noteras ett genomsnittligt mera begränsat lägningsutrymme enligt SLadag och SLapos, dvs mindre antal alternativa placeringsdagar och alternativa placeringspositioner per utläggning. Vidare kan observeras att antalet och andelen dagrestriktioner är klart lägre för bortfallskunderna än för kvarstående kunder.

Inom gruppen gamla kunder utmärks bortfallskunderna av ett något snävare generellt lägningsutrymme i schemat. Här kan detta förhållande dock inte kopplas till primärt strama blockeringar. Möjligen kan istället blockeringarnas kombinationseffekter ha föranlett skillnaden i lägningsutrymme.

Bortfallet bland nya kunder sker företrädesvis bland skolor med stora scheman. Det kan dock noteras att lokalerna inte följer detta storleksmönster och att nya skolor överlag tenderar att ha färre lokaler än gamla skolor. På grund av storleksskillnaderna bör ytterligare jämförelser här ske i relativa termer. Den strama lokalblockeringen bör rimligen ses i samband med det

lägre lokalutnyttjandet hos bortfallskunderna. Vidare har bortfallskunderna utnyttjat en mindre andel dagrestriktioner för styrning av modellens utläggningar. Däremot har bortfallskundernas modellläggningar skett med en signifikant större andel schemabitsmässigt tvingande utläggningar.

Jämförelsen mellan gamla och nya kunder som kommer att sluta visar att de nya kunderna har stramare blockeringar för lärare och lokaler samt större andel direkta styrningar av modellen via kopplingar, yttertimmar och generella prioriteringar.

Utöver de redan påpekade storleksförhållandena utmärks nya kvarvarande kunder av stor andel kopplingar och generella prioriteringar.

7.5.4 Sammanfattning av gruppjämförelserna

I detta kapitelns inledning påpekades att läggningsstatistiken ursprungligen var avsedd att användas för undersökningar av rent modelltekniska läggningsförhållanden. De ovan kommenterade kundjämförelserna ska därför inte uppfattas som gruppvis heltäckande utan som försök att i vissa kvantitativa termer spåra gruppvis särpräglade schemaförhållanden. Inom statistikens begränsningar har vissa mönster framkommit för olika kundgrupper. Dessa mönster kräver i sig närmare tolkningar och indikerar därtill i vissa fall behov av mera specifika analyser. Vad gäller schemaläggarnas preparering av förutsättningarna till modellen samt modellens läggning har följande hittills framkommit.

1978 Års totala kundpopulation har:

- Gjort mer än en modellläggning när första läggningen har
 - . låg andel multipeltimmar med en aktivitet
 - . hög andel lärarmässigt tvingande läggningar
 - . relativt hög andel resterande klasspositioner
- Vid schemats omläggning redovisat
 - . stramare blockeringar för klasser, lärare och lokaler
 - . ökad andel klassmässigt tvingande läggningar
 - . minskad andel av modellens kalkylerade läggningar
- Slutat med modellen användningen när läggningen utmärks av
 - . strama blockeringar för lärare och lokaler
 - . stramt läggningsutrymme för schemabitarna
 - . liten användning av dagrestriktioner
 - . relativt hög andel resterande klasspositioner

Gamla kunder har:

- Företagit omläggningar i anslutning till
 - . stor andel enkeltimmar med flera aktiviteter
 - . liten andel multipeltimmar med en aktivitet
 - . frekvent användning av schemabitskopplingar
 - . ringa användning av speciella prioriteringar
- I samband med schemats omläggning
 - . stramat upp blockeringar för klasser och lärare
 - . fått större andel klassvis tvingande utläggningar
 - . fått mindre andel modellkalkylerade utläggningar
 - . fått mindre andel resterande klasspositioner
- Avbrutit modellanvändningen nästa år vid förekomst av
 - . få alternativa dagplaceringar för schemabitarna
 - . få alternativa positioner för schemabitarna
 - . lågt utnyttjande av dagrestriktioner

Nya kunder har:

- Företagit omläggningar av schemat i anslutning till
 - . liten användning av lokalgrupper
 - . stor användning av speciella prioriteringar
- I samband med schemats omläggning
 - . stramat upp blockeringarna för klasser och lokaler
 - . tillfogat enkeltimmar med flera aktiviteter
 - . gjort fler speciella och generella prioriteringar
 - . fått minskad andel modellkalkylerade utläggningar
- Upphört med modellanvändningen vid förekomst av
 - . jämförelsevis stort schema
 - . få alternativa dagplaceringar för schemabitarna
 - . stram blockering av lokalgrupper
 - . ringa användning av dagrestriktioner
 - . stor andel bitmässigt tvingande utläggningar

Nya kunder har i jämförelse med gamla kunder:

- Initialt
 - . mindre schema
 - . stramare lärarblockeringar
 - . större andel kopplingar
 - . större andel generella prioriteringar

- Slutat använda modellen i samband med

- . stramare blockeringar för lärare och lokaler
- . större andel kopplingar
- . större andel yttertimmar
- . större andel generella prioriteringar

- Fortsatt använda modellen i anslutning till

- . mindre schema
- . större andel kopplingar
- . större andel generella prioriteringar

De nya kunderna tenderar således att använda jämförelsevis många direkta och indirekta direktiv om hur schemat ska läggas. Det skulle till följd härav kunna förväntas att dessa kunder ställer modellen inför jämförelsevis enkla läggningssuppgifter. LPr- och REr-variablerna i tabell B5.7-9 indikerar dock den rakt motsatta effekten. I takt med att läggningsdirektiven ökar inför de nya kundernas omläggningar av schemat så inskränks modellens manipuleringsramar. För modellens hantering av de icke prioriterade utläggningarna observeras en minskad andel klakylerade läggningar och en ökad andel tvingande läggningar. Detta förhållande kan speciellt noteras för de nya kundernas kommande bortfallsgrupp.

De gruppvisa jämförelserna enligt tabell B5.7-9 har i olika avseenden indikerat särskiljande variabelmönster för gamla och för nya kunder. Detta gäller speciellt bland skolor, som följande år kommer att upphöra med modellenanvändningen. Nya kunder har tidigare intagit en central plats i kundbortfallets genomgående och olösta problematik under hela produktionsperioden, jfr kapitel 5. Det ter sig därför angeläget, att försöka spåra bakgrunden till, samt tolka inriktningen av, bortfallsmönster i läggningsstatistiken. På grund av för få observationer saknas underlag för separata analyser av gamla och nya kunders bortfall realiterat till läggningsgrupp A, B och C. Analyserna av gamla och nya kunders bortfall kommer därför i fortsättningen att baseras på läggningarna i grupp A+B eller grupp A+C.

Analyserna av loggstatistiken har hittills bestått av parvisa jämförelser av kundbaserade grupperingar av modellens läggningar. Vidare har analyserna varit partiella i så mening att endast en variabel granskats åt gången. De olika gruppjämförelserna har syftat till att spåra variabler som ger grupperna signifikanta skillnader i variabelfördelningarna. Resultaten av dessa jämförelser säger således något om i vilka huvuddrag de olika kundgruppernas läggningar skiljer sig åt. Jämförelseresultaten kan dock inte direkt användas för gruppklassificering av en skola vars läggning har en viss uppsättning variabelvärden. I nästa avsnitt diskuteras loggstatistikens potentiella styrka och användning för en sådan klassificering.

7.6 MÖJLIGHETER TILL PROGNOSE AV KUNDUTVECKLINGEN

I föregående avsnitt framkom att gruppen blivande bortfalls-kunder uppvisar särpräglade tendenser för några av de loggade variablerna. Om de blivande bortfallskunderna har en tillräckligt enhetlig och särpräglad variabelprofil, så skulle de loggade värdena för ett schema kunna utgöra grund för en prognos av den aktuella skolans kundutveckling. En sådan prognos skulle kunna vara värdefull vid insättandet av åtgärder för stävjande av kundbortfallet. Med prognosens hjälp skulle nämligen åtgärder omgående kunna sättas in för just de kunder där systemlojaliteten förefaller hotad. En identifiering av potentiella bortfallskunder är emellertid inte liktydigt med ett klarläggande av vad som är generellt lämpliga åtgärder. En prognosinriktad karaktäristik av bortfallskunderna bör dock kunna bidra till en bestämning av eventuella samband mellan schematekniska förhållanden och kundutvecklingen. På basis härav kan sedan inriktningen av lämpliga åtgärder diskuteras.

I fortsättningen redogörs först för med vilken styrka loggstatistiken kan identifiera kommande bortfallskunder. Därefter antys i vilka dimensioner denna identifiering huvudsakligen kan göras.

7.6.1 Läggningsstatistikens prognosstyrka

Den samlade loggstatistiken för 1978 års modellkunder kopplas nu till den faktiska kundutvecklingen 1979. Via ett antal alternativa diskriminantanalyser anges med vilken träffsäkerhet de loggade variablerna kan förutsäga kundutvecklingen. Resonemanget genomförs i två steg.

Utgående från den i efterhand kända kundutvecklingen görs först en diskriminantanalys för bestämning av en variabelkombination, som diskriminerar kommande bortfallskunder från fortsatta modellkunder. Analysen ger en diskriminantfunktion enligt vilken man sedan kan klassificera kundernas läggningar. Funktionens linjärkombination av loggstatistiska variabler anger med viss träffsäkerhet om en läggning tillhör en blivande bortfallskund eller en fortsatt modellanvändare.

Den övan antydda prognosmöjligheten har inte prövats under produktionsmässiga former. Diskussionen avgränsas därför till ett skisserade av loggstatistikens potentiella prognosstyrka. Sålunda används läggningarna 1978 dels för framtagningen av diskriminantfunktionen och dels för en illustration av funktionens klassificering av läggningar. Detta dubbla utnyttjande av loggstatistiken ska inte ses som ett cirkelresonemang där primärdata styrker sitt eget innehåll. Klassificeringsledet tjänar här endast syftet att på ett illustrativt sätt ange med vilken säkerhet ett diskriminantanalytiskt prognosinstrument skulle kunna fungera på en loggstatistisk bas.

I en tänkt driftstillämpning skulle den maskinella bearbetningen av ett schema kunna kompletteras med en automatisk prognos av skolans kommande kundstatus. Prognosen kan ske antingen i direkt anslutning till första körningen för varje skola eller som en samlad genomgång av alla kunder efter avslutad säsong. Det förstnämnda alternativet måste baseras på läggningsgrupp A+B, det andra alternativet kan baseras på läggningsdata från grupp A+B eller från grupp A+C.

Diskriminantfunktionen kan utformas generellt för hela kundpopulationen eller separat för gamla och för nya kunder. Inför varje modellkörning är det ju känt om schemat tillhör en gammal eller ny kundskola. En sådan uppdelad prognos kan vara befogad när gamla och nya kunder har särskiljande drag i loggstatistiken, jfr avsnitt 7.5.

Tabell B5.10 visar med vilken träffsäkerhet läggningarna i 1978 års loggstatistik kan klassificeras vid utnyttjande av sex olika diskriminantfunktioner. Inom varje sammanlagen läggningsgrupp (A+B eller A+C) har separata analyser gjorts av bortfallet dels inom hela kundpopulationen och dels efter uppdelningar på gamla och nya kunder.

Enligt tabell B5.10 ger läggningsgrupp A+B och A+C väsentligen samma klassificeringsresultat. Bortfallsprognosen kan därför antas ha lika stor säkerhet efter skolans första läggning som efter eventuella omläggningar. I anslutning till tabell B5.2 har tidigare noterats att schemats omläggning i sig inte utgör någon god indikator på den kommande kundutvecklingen. I fortsättningen behandlas därför enbart kundprognoser baserade på läggningsgrupp A+B.

Den sammanlagda träffprocenten för gamla och nya kunder är klart bättre än resultatet i den gemensam klassificeringen av hela kundpopulationen. De separata prognoserna fångar in 16 av 19 faktiska bortfalls-kunder i de 28 diagnostiserade bortfallen. Motsvarande siffror för totalprognosen är 12 korrekta fall bland 37 klassificerade bortfall. Ett loggstatistiskt prognosinstrument bör därför lämpligen utformas separat för gamla och för nya kunder.

Enligt kundstatistiken är de nya kunderna av primärt intresse i bortfallsproblematiken. Klassificeringsresultatet är också markant högt för gruppen nya kunder. Det blir därför i första hand de nya kundernas prognossituation, som kommer att granskas i detalj.

Bortfallsprognosen baseras på jämförelse av två kundgrupper. Gruppsskillnaderna skulle, främst beroende på den mindre gruppens ringa storlek, kunna vara slumpmässigt betingade. För kontroll av prediktionsresultatets slumpberoende har följande prövning gjorts inom ramen för de nya kundernas loggade variabelvärden.

De 48 nybörjarkunderna har formerats i följande tre grupper:

Grupp 1: 28 st slumpvis utvalda fortsättningskunder

Grupp 2: 10 st " " "

Grupp 3: 10 st bortfallskunder

Genom separata diskriminantanalyser av grupp 1 mot grupp 2 och grupp 1 mot grupp 3 prövas huruvida ett slumpvis urval av kvarstående kunder kan särskiljas lika klart som bortfallskunderna från resternade kunder. Jämförelserna, som här inte återges i detalj, visar följande klara tendenser efter tester med olika slumpurval.

Ett slumpurval av 10 fortsättningskunder (grupp 2) kan lika klart som bortfallskunderna (grupp 3) diskrimineras från resterande fortsättningskunder. Detta innebär att själva träffsäkerheten i bortfallsprognosen inte är unik för en grupp om 10 kunder. Varje testsituation resulterar dock i diskriminantfunktioner med klart olika variabeluppsättningar. Det stora antalet loggvariabler ger också möjlighet till en stor mängd olika variabelkombinationer av varierande omfattning. För varje litet urval av skolor tycks det sålunda gå att finna en diskriminerande variabelkombination.

I bortfallsprognosen är det alltså inte träffsäkerheten i sig utan den diskriminerande variabeluppsättningen, som är unikt relaterad till bortfallsproblematiken. Om prognosdiskrimineringen representeras av variabler, som kan tolkas meningsfullt, så skulle analysen här kunna ge underlag för en kartläggning av mönster i kundbortfallet. Innan denna analysmöjlighet undersöks närmare ska ytterligare några allmänna kommentarer göras kring den skisserade prognosmöjligheten.

Utan prognosens hjälp döljer sig bortfallskunderna (19 st) bland hela kundpopulationen (138 st). Med prognosens hjälp kan man till ett mindre urval (28 st) lokalisera merparten av kommande bortfallskunder (16 av 19 st). Med en sådan inringning av de potentiella bortfallskunderna bör prognosen i väsentlig grad kunna bidra till målinriktade kundkontakter.

Vid bedömning av prognosstyrkan måste observeras att prognosunderlaget enbart utgörs av aggregerade schematekniska data. En rad andra omständigheter kan självklart också påverka en skolas kundutvecklingen. Som exempel härpå kan nämnas skolans byte av schemaläggare och omorganisation av en kommuns skolenheter. En schematekniskt baserad prognos kan, utan beaktande av dylika yttre förändringar mellan två schemasåsonger, redan vid den maskinella bearbetningen av schemat ge en klar indikation på skolans kundstatus följande år.

Den skisserade prognosutformningen innebär en klassificering av kunderna i två kategorier. Via diskriminantfunktionen kan man även enkelt arbeta med flera prognoskategorier, exempelvis uppenbara bortfallskunder, säkra fortsättningskunder och gruppen svårklassificerade kunder. En närmare granskning av den senare gruppens storlek och karaktär visar att de osäkra fallen är förhållandevis få enligt 1978 års loggstatistik.

I en tänkt driftsituation baseras kundklassificeringen på utvecklingen närmast föregående år. Sålunda skulle kundernas modellkörningar 1978 jämte registrerade bortfall 1979 kunnat utgöra grund för en prognosanvändning 1980. Bestämningen av diskriminantfunktionen kan givetvis även baseras på statistik från flera bakomliggande år. Det prognosmässiga utnyttjandet av loggstatistiken kan synas innebära en alltför stor eftersläpning i prognosunderlaget. Härvidlag kan dock anföras två väsentliga argument som stöd för en loggstatistiskt baserad prognos.

För det första arbetar prognosen enbart med ett schematekniskt underlag. Så länge schemaläggningens principiella förutsättningar och modellens uppbyggnad inte ändras, så kan prognosen sägas vila på ett tekniskt sett stabilt underlag.

För det andra visar kundstatistiken för hela den aktuella produktionsperioden att kundbortfallet, speciellt vad avser nya kunder, varit av stabil och omfattande natur. Den diskuterade prognosen är ett försök att utnyttja läggningstekniska förhållanden, som har statistiska samband med kundutvecklingen. I nästa avsnitt diskuteras närmare vilken inriktning dessa samband synes ha.

7.6.2 Tolkning av bortfallsmönster hos nya kunder

Den ovan skisserade kundprognosen baseras på ett stegvis urval bland samtliga loggvariabler. Av skäl som tidigare anförts är det endast prognoser grundade på läggningsgrupp A+B som diskuteras närmare. I de sålunda aktuella diskriminantanalyserna konstrueras diskriminantfunktionen av 9 variabler för totalpopulationen och av 10 variabler för vardera av de separata analyserna för gamla och nya kunder. Det är dock endast en variabel som är gemensam i alla tre fallen. Funktionerna för gamla och nya kunder har bara tre gemensamma variabler.

I fortsättningen detaljgranskas enbart prognosen för de nya kundernas bortfall. Olika prognosansatser för gamla kunder används härvid som jämförelsematerial för framhävande av de nya kundernas särprägel. Den gemensamma prognosen för hela kundpopulationen blir till följd härav mindre intressant och kommenteras inte ytterligare.

En orsaksorienterad tolkning av de schematekniska förhållandena hos bortfallskunderna kan inte okritiskt bara referera diskriminantfunktionens variabler. Det förekommer nämligen klara samband mellan ett flertal av loggstatistikens variabler. Exempelvis är samtliga storleksvariabler, ST-variablerna, uppenbarligen och naturligen nära korrelerade med varandra. Vidare kan nämnas att UL- och LP-variablerna är kopplade till schemats storlek. En variabel i diskriminantfunktionen representerar därför som regel ett spektrum, som är bredare än vad variabelns definition direkt anger. Ytterligare två förhållanden gör det vanskligt att tolka diskriminantfunktionen.

Efter en stegvis uppbyggnad anger funktionen en variabelkombination, som relateras till kundgruppernas diskriminering. Tolkningen gäller således även variablernas kombinationseffekter. Variabelkombinationerna är dock inte maximalt diskriminerande i absolut mening. I diskriminantanalysen har variablerna stegvis kompletterat varandra med början från den initialt och isolerat starkast diskriminerande variabeln. Denna stegvisa process resulterar inte med garanti i det absolut bästa variabelurvalet. En bestämning av det absolut bästa urvalet skulle dock vara orimligt arbetskrävande.

Ett antal schemastorheter anges av loggvariablerna i såväl absoluta som i relativa tal. Blandningen av absoluta och relativa värden försvårar en tolkningsmässig renodling av diskriminantfunktionens huvudmönster. Mot bakgrund av de nämnda tolkningssvårigheterna görs inga försök att dra några bortfallsrelaterade slutsatser direkt ifrån variabeluppsättningarna i de funktionerna, som ligger bakom klassificeringarna i tabell B5.10. Dessa funktioner redovisas därför ej heller explicit.

I avsnitt 6.9 kunde tolkningen av brukarattitydernas diskriminering av kundbortfallet väsentligen underlättas genom aggregeringar av primärvariabler via en inledande faktoranalys. En motsvarande hantering av loggstatistiken resulterar i innehållsmässigt svårtolkade faktorer (8 st). En diskriminantanalys baserad på dessa faktorer ger därför inte underlag för någon konstruktiv tolkning av bortfallsorsakerna. Efter prövning har denna analysansats därför avvisats. Följande angreppssätt har däremot visat sig fruktbart.

Via ett antal uppsplittrade diskriminantanalyser görs försök att urskilja partiella mönster hos bortfallskunderna. Uppsplittningen baseras på åtta disjunkta delmängder av de loggade variablerna. Tanken är att via dessa delmängder försöka urskilja i vad mån de nya kundernas bortfall kan förknippas med:

- 1: Schemats storlek
- 2: Initial tidsslack
- 3: Utläggningarnas strukturella bitinnehåll (absoluta tal)
- 4: Schemaläggarens direkta och indirekta styrning av läggningen (absoluta tal)
- 5: Den strukturella karaktären på modellens läggningsprocess (absoluta tal)
- 6: Utläggningarnas strukturella bitinnehåll (relativa tal)
- 7: Schemaläggarens direkta och indirekta styrning av läggningen (relativa tal)
- 8: Den strukturella karaktären på modellens läggningsprocess (relativa tal)

I tabell B5.11 i bilaga 5 redovisas utfallen från de separata diskriminantanalyserna inom var och en av de åtta variabeldel-

mängderna. Bland gruppen gamla kunder framkommer inte i något fall en markerad diskriminering mellan fortsatta modellanvändare och blivande bortfallskunder. De nya kunderna visar däremot ett antal klara diskrimineringar. Här måste nu observeras att de jämförelsevis små kundpopulationerna gör att enstaka kunders klassificering inte ska tillmätas alltför stor betydelse. En tolkningsmässig samklang mellan utfallen i de nya kunderna delanalyser gör det möjligt att teckna en samlande bild av loggstatistiska särdrag hos denna grupps bortfallskunderna. Följande tolkningar kan göras utifrån redovisningen i tabell B5.11 av variablernas stadardiserade koefficienter, gruppmedelvärden och klassificeringsutfall.

Storleken på schemat tycks följande märkliga koppling till kundutvecklingen. Ett stort antal utläggningar (STautl) kan förknippas med bortfallskunderna medan ett stort antal schemabitar (STabit) kan relateras till fortsatt modellanvändning. Det senare storleksförhållandet gäller även i viss utsträckning för antalet lokaler (STalo) och antalet lokalgrupper (STalg). Hur ska man då tolka detta enligt diskriminantanalysen gruppvis splittrade förhållandet mellan antalet schemabitar och antalet utläggningar? Följande förklaring anser jag vara högst rimlig och därtill i överensstämmelse med utfallen i övriga delanalyser.

Blivande bortfallskunder tenderar att ha kodat in jämförelsevis fler läggningar per schemabit än vad kvarstående kunder har gjort. Till följd härav får gruppen kvarstående kunder jämförelsevis fler schemabitar. Detta för de nya kunderna utmärkande inkodningsmönster tillmäter jag en avgörande betydelse i den fortsatta tolkningen och förståelsen av kundbortfalllets bakomliggande orsaker. Innan denna tankegång utvecklas närmare ska mönstrets effekter även identifieras och kommenteras i övriga delanalyser.

I den andra delanalysen relateras ett större antal alternativa dagar per utläggning (SLadag) till gruppen kvarvarande kunder. Denna variabel baseras på förhållandet mellan antal utläggningar per bit och antal initialt möjliga placeringsdagar per bit. Ett relativt sett högt värde på SLadag är därför helt i linje med ett relativt sett lågt antal inkodade läggningar per bit. SLadag-variabelns diskriminering av kundbortfallet kan därför ses som en direkt följd av antalet inkodade läggningar per bit.

De blivande bortfallskundernas jämförelsevis hårdare blockering av lärare (SLrlä) och framför allt lokaler (SLrlo) kan synas oförenligt med att denna grupp samtidigt utmärks av ett jämförelsevis större initialt läggningsutrymme per utläggning (SLapos). Enligt variabeldefinitionerna råder dock inte någon automatisk koppling mellan ett högt relativt lokalutnyttjande och det initiala läggningsutrymmet per utläggning. En stram lokalsituation bör istället inverka på läggningsprocessens strukturella förlopp, jfr delanalys 5 och 8.

Den strama lokalsituationen hos blivande bortfallskunder bör ses i samband med att denna kundgrupp redovisar ett jämförelsevis litet antal olika lokaler i schemaförutsättningarna. Detta

kan vara en konsekvens av att dessa skolor har tillgång till få lokaler. En alternativ tolkning är att schemaläggarna här inte specificerat skolans alla lokaler. Det andra tolkningsalternativet ligger väl i linje med det allmänna intryck loggstatistiken ger av inkodningen hos blivande bortfalls-kunder. På basis av det statistiska underlaget kan inte någondera av alternativen föras i bevis. Det kan dock slås fast att den inkodade lokalsituationen ter sig särpräglad hos blivande bortfalls-kunder.

I delanalys 3 och 6 har variablerna ULae och ULree, enkeltimmar med en aktivitet, hållits utanför beräkningarna. Motivet härför är att den dominerande typen av utläggningar består av just enkeltimmar med en aktivitet. Eventuella mönster av intresse för den gruppvisa kundutvecklingen bör därför sökas bland de övriga UL-variablerna, vilka anger schemats omfattning av mera komplicerade utläggningar. Multipeltimmar med flera aktiviteter visar sig vara den enda UL-variabeln, som i absoluta tal diskriminerar bortfalls-kunderna. Delanalys 6 visar att motsvarande också gäller då UL-variablerna uttrycks i relativa termer. Dessa samband framträder även i kontrollanalyser där ULae och ULree inkluderas bland analysvariablerna.

I delanalys 4 och 7 granskas schemaläggarnas styrningsdirektiv till modellens placering av olika schemabitar. Här framkommer samma mönster i såväl absoluta som i relativa tal. Förekomsten av ytterstidsdirektiv utmärker bortfalls-kunderna medan dagstrecktioner kännetecknar kvarvarande kunder. Bakgrunden till, och effekterna av, dessa variablers gruppvisa skillnader kan inte närmare utläsas av de gjorda analyserna. I anknytning till det tidigare berörda förhållandet mellan antalet schemabitar och antalet utläggningar kan dock några kommentarer göras.

De kvarvarande kundernas fördelning av utläggningarna på ett större antal schemabitar kan ses som en konsekvens av dessa schemaläggares behov/önskemål att på veckodagsnivå göra styrningar, som avser relationer mellan olika schemabitars placeringar. Blivande bortfalls-kunder har inte uttryckt samma omfattning av mellanbitsrelaterade styrningar och ej heller separerat utläggningarna på ett större antal bitar. Ytterstidskravet är knutet till en enskild bits placering utan direkta inkodningsrelationer till andra bitar.

I delanalyserna 5 och 8 har lägningsprocessens dominerade karaktärsvariabel (LPakamod, LPrkamod) hållits utanför beräkningarna. För merparten av läggningarna har modellen haft kal-kylmässigt utrymme att bestämma dels val av schemabit och dels val av bitens placering. Om lägningsprocessen tillsammans med modellens utsparkningar ger några gruppvis intressanta särdrag, så bör dessa sökas via variablerna för modellens tvingande lägningskonsekvenser. I både den absolut och den relativt orienterade analysen är det endast lokalmässigt tvingande utläggningar som i någon mån ger utslag. Denna till bortfalls-kunderna svagt relaterade lokalanknytning gäller även i kontrollanalyser där LPakamod och LPrkamod inkluderas. I anslutning till delanalyserna 5 och 8 kan noteras att utsparkningsvariablerna inte i något fall ingår i diskriminantfunktionen.

Sammanfattningsvis har de åtta delanalyserna i tabell B5.11 visat följande huvuddrag i diskrimineringen mellan blivande bortfallskunder och fortsatta modellanvändare, allt baserat på nya kunders loggstatistik för schemats första modelläggning.

- Det är schemaförutsättningarnas utformning framför modellens strukturella läggningsförlopp och resultat, som kan ge en prognos av kundutvecklingen.
- De särskiljande mönstren i bortfallskundernas förutsättningar framträder klarare i de relativa än i de absoluta variablerna.
- I jämförelse med bortfallskunderna visar de kvarstående skolornas schemaförutsättningar klara drag av att vara mera genomarbetade och nyanserade.

De inom loggstatistikens aggregeringar grovt diagnostiserade bortfallsmönstren riktar således uppmärksamheten mera mot modellanvändarens agerande än mot modellens resultat. Detta utesluter inte möjligheten, att en annorlunda modellutformning skulle kunna ha effekter på kundutvecklingen. Frågan är i så fall hur modellen bör förändras. Den tidigare refererade vidareutvecklingen av modellens läggningseffektivitet hade uppenbarligen ingen inverkan på det årliga kundbortfallet.

De påvisade särdragen hos blivande bortfallskunder kan endast urskiljas på en aggregerad och principiell nivå. Analysresultaten medger således inte att tolkningarna drivs till explicita preciseringar av lämpliga åtgärder. Varje potentiell bortfallskund kan tänkas ha mer eller mindre unika schemaförhållanden. De redovisade analyserna pekar mot att dessa möjligen unika förhållanden ger gruppvis urskiljbara särdrag i de inkodade schemaförutsättningarna. Vad som i sin tur kan förklara de gjorda inkodningarna ligger utanför loggstatistikens förklaringspotential.

7.7 ANALYS AV MODELLENS LÄGGNINGSREST

Ursprungligen insamlades loggstatistiken för att ge indikationer på eventuella behov och möjligheter till förbättringar av modellens kombinatoriska läggningsskapacitet. Det var primärt läggningsresten, utsparkningarna, som härvid sågs som måtstock på modellens läggningsförmåga. Övriga variabler valdes och definierades för att täcka in schemaaspekter, som bedömdes kunna ha intressanta samband med utsparkningarna. På intuitiva grunder kan antas att utsparkningarna ökar när modellen ska bearbeta ett schema med stramt läggningsutrymme, komplicerade schemabitar eller många läggningskrav. De loggade variablerna ger möjligheter, att för en hel årsproduktion av modellkörningar, relatera utsparkningarna till:

- Schemats storlek
- Initialt läggningsutrymme
- Utläggningarnas innehåll

- Direkt och indirekt styrning av läggningen
- Modellläggningens förlopp

Styrkan i de fyra första principiella utsparkningssambanden ska nu kortfattat kommenteras utifrån 1978 års loggst statistik. Genom kundgruppsrelaterade granskningar ger utsparksanalyserna även en kompletterande belysning av de tidigare diskuterade variabelmönstren hos frafmör allt nya kunder. Det femte sambandet rörande modellens läggningförlopp behandlas i appendix 3, som presenterar en strategi för förbättring av modellens kombinatoriska läggningresultat.

7.7.1 Analys av bitutsparkningar för olika kundgrupper

I tabell B5.12 i bilaga 5 redovisas korrelationssamband mellan utsparkningsvariablerna och övriga loggvariabler. Redovisningen sker dels för hela kundpopulationen samlad och dels för ett antal grupperingar av gamla/nya kunder och nästa års kvarstående/bortfallande kunder.

Vid plottnings av variabelsambanden framkommer inga indikationer på att utsparkningarna skulle följa icke-linjära sambandsmönster. En enkel linjär korrelation kan därför väljas som representationsform för utsparkningssambanden. I tabellen har korrelationer även angetts i de fall där den ena variabeln uttrycks i absoluta och den andra i relativa tal. Absolutvärdesambanden och relativvärdesambanden tolkas primärt var för sig.

RErklpos-variabelns samband visar genomgående endast marginella avvikelser från den bild som tecknas av RErutl-sambanden. Därför har RErklpos-sambanden endast medtagits i ett av kundgruppsfall, nämligen det gällande hela populationen.

I fortsättningen kommenteras först huvudlinjerna i sambanden inom hela kundpopulationen. Därefter noteras hur olika delgrupper av kunderna uppvisar karaktäristiska avvikelser i sina sambandsmönster. Kommentarererna grundas uteslutande på de samband som i tabell B5.12 markerats signifikanta på nivå 0.01. För fullständighetens skull redovisar tabellen även signifikansnivåerna 0.10 och 0.001.

Hela kundpopulationen

STa-variablernas utsparkningskorrelationer visar att antalet utsparkningar är svagt korrelerat med schemats storlek. Andelen utsparkningar är dock klart okorrelerat med schemastorleken. Ett stort schema får således inte genomgående större andel utsparkningar än ett litet schema.

SL-variablerna har genomgående en svag korrelation med utsparkningarna. I detta sammanhang ska noteras att slackvariablerna uttrycker en starkt aggregerad bild av schemats initiala tidsblockeringar. SL-sambanden speglar således inte blockeringarnas detaljeffekter i olika steg av läggningsprocessen.

UL-variablernas samband visar att utsparkningarna i första hand stiger i takt med förekomsten av utläggningar innehållande flera aktiviteter, detta oavsett antalet timmar i rad. Förhållandet gäller korreleringen i såväl absoluta som i relativa termer. De negativa korrelationskoefficienterna för ULree innebär att andelen utsparkningar är omvänt proportionellt mot andelen enkeltinsutläggningar med en aktivitet. Lätthanterliga schemabitar ger således, i sig föga överraskande, få utsparkningar.

LP-variablerna uppvisar de starkaste korrelationssambanden. Det är främst antalet och andelen bitmässigt tvingande läggningar, som samvarierar med utsparkningarna. Detta förhållande ansluter väl till det tidigare påpekandet om att utsparkningarna har knytning till mera komplicerade läggningar i specifika situationer. En utläggning, som berör flera klasser, lärare och lokaler, förorsakar naturligen en lång rad effekter på schemats återstående lägningsutrymme. När modellen tvingas lägga en omfattande schemabit på bitens sista placeringsalternativ kan effekterna bli, att återstående bitar kommer i sådant lägningsmässigt trångmål, att utsparkningar inte kan undvikas. De negativa korrelationskoefficienterna för LPakamod och LPrkamod markerar en liten andel utsparkningar när modellen har haft alternativa placeringsmöjligheter i en stor andel av lägningsprocessens steg.

Korrelationsmönstren i tabell B5.12 följer i grova drag de tidigare relaterade förhandsantagandena om loggstatistiska utsparkningssamband. Tabellen ger dock en tidigare inte känd detaljinformation vad gäller styrkan i de principiellt förväntade sambanden. Således visar sig restriktionerna för kopplingar, yttertimmar, dagkonflikter och prioriteringar ha klart svagare utsparkningssamband än förväntat. Här måste observeras att sambanden endast anger förekomsten av dessa lägningsstyrande direktiv och ej direktivens effekter i olika steg av modellens läggning.

De tvingande utläggningarnas utsparkskorrelering var i princip väntad. Det var dock inte förutsett att just de tvingande bitutläggningarna skulle uppvisa ett sådant markant och signifikant samband med utsparkningarna. Förslaget till effektivisering av modellen baseras på just detta, loggstatistikens klaraste, utsparkningssamband, se appendix 3.

Kommande kundstatus

Enligt ST-variablerna framgår att kvarvarande kunder har ett genomgående homogent mönster i utsparkningssambanden. För bortfallskunderna gäller inget signifikant samband mellan å ena sidan antalet lärare och lokaler och å andra sidan antalet utsparkningar.

Inom ramen för SL-variablerna kan noteras en anmärkningsvärd skillnad mellan grupperna. Bortfallskunderna ger en bild av att blockeringarna för lärare (SLrlä) och lokaler (SLrlo) jämte schemabitarnas initiala slack (SLrbit) kan påverka antalet utsparkningar. För gruppen kvarvarande kunder finns inga indikationer på motsvarande gruppvisa samband.

Enligt UL-variablerna är det endast kvarvarande kunders läggningar, som redovisar det tidigare diskuterade sambandet mellan innehållsmässigt stora bitar och antalet utsparkningar. Samma gruppmonster gäller för läggningsdirektiven via yttertimmar och dagrestriktioner.

För båda grupperna gäller att modellens läggningsprocess speglar klara samband mellan tvingande utläggningar och utsparkningar. Det kan dock noteras att bortfallskunderna här har jämförelsevis starkare samband för tvingande klasstyrningar och svagare samband för tvingande lokalstyrningar.

Sammanfattningsvis har bortfallskunderna klart avvikande utsparkningsmönster relativt inkodningen av schemats lokaler. Vidare följer bortfallsgruppen inte förväntade samband rörande bitstrukturen och styrningsdirektiven. Dessa gruppvisa särdrag granskas ytterligare när bortfallskunderna separeras i gamla och nya kunder.

Aktuell kundstatus

ST-variablerna visar att de nya kundernas lokaler här inte följer övriga variablers storlekskorrelering med utsparkningarna. Blockeringarnas och läggningsdirektivens signifikanta samband råder uteslutande för gamla kunder. Motsvarande gruppskillnad gäller även för utläggningarnas bitstruktur. Läggningsprocessens samband med utsparkningarna gäller likartat i båda kundgrupperna.

Sammanfattningsvis ger sambandsanalyserna för de nya kunderna tecken av ett jämförelsevis splittrat förhållande mellan inkodning och utsparkning. Modellens läggningsprocess visar emellertid inga markanta avvikelser i utsparkningssambanden för gamla och nya kunder.

Gamla och nya kunder som bortfaller

De ringa gruppstorlekarna gör att korrelationsanalyserna här vilar på ett starkt begränsat underlag. Jämförelserna inriktas därför endast på de klarast markerade skillnaderna mellan grupperna. Avsikten är att utröna huruvida de tidigare noterade särdragen för samtliga bortfallskunder gäller likartat vid en uppdelning på gamla och nya kunder.

Tidigare noterades att bortfallskunderna har ett splittrat mönster vad gäller sambandet mellan schemats storlek och antalet utsparkningar. Här visar det sig nu att denna splittring inte är enhetlig för alla bortfallskunder. Inom gruppen nya bortfallskunder tycks utsparkningarna inte alls vara korrelerade med ST-variablerna. Storlekssambanden gäller däremot för bortfallskunderna inom gruppen gamla kunder.

Slackvariablernas utsparkningssamband gäller likartat för gamla och nya bortfallskunder. Utsparkningarnas samband med läggningsstyrande kopplingar, yttertimmar och dagrestriktioner kan endast spåras för gamla kunder. I den tidigare analysen av samtliga bortfallskunder framträdde inte några samband för UL-variablerna. Läggningsprocessens tvingande utläggningar visar

genomgående en stark korrelering med utsparkningarna. Det kan dock noteras att lokalmässigt tvingande utläggningar uppvisar ett mindre klart samband för de nya kunderna.

Sammanfattningsvis kan sägas att bland bortfalls kunderna utmärks de nya kunderna av att inte följa en rad av de förväntade läggningssambanden. Denna iakttagelse kommenteras närmare i nästa avsnitt.

Gamla och nya kunder som fortsätter

Uppdelningen av kvarstående kunder i gamla och nya kunder visar endast på följande smärre skillnader mellan gruppernas utsparkningsmönster. Lokalernas antal och de lokalmässigt tvingande läggningarnas andel har svagast samband för gruppen nya kunder. Däremot har antalet generella prioriteringar samt enkeltimmar med flera aktiviteter klarare samband för de nya kunderna.

Sammanfattning

De principiellt förväntade utsparkningssambanden har i stort bekräftats inom totalpopulationens loggstatistik. Eftersom kunderna huvudsakligen utgörs av kvarstående kunder, så är det föga överraskande, att de förväntade sambandsmönstren gäller inom gruppen kvarstående kunder. Bortfalls kunderna uppvisar däremot ett antal klara och intressanta avvikelser från kvarstående kunders samband och därmed också från vad som principiellt kan förväntas för modellens schemabitsutsparkningar. Dessa avvikelser ska sammanfattas och tolkas i nästa kapitelavsnitt. Avsikten är att härigenom göra en tolkning, som på ett avgörande sätt fokuserar schemaläggarens inkodning bland bortfalls kunderna inom gruppen nya kunder.

7.7.2 Bitutsparkningar hos nya kunder som bortfaller

I avsnitt 7.6.2 framkom att loggstatistiken uppvisar särpräglade variabelmönster för nya kunder som kommer att sluta med modellenanvändningen. I jämförelse med gamla kunders inkodning visar de nya kundernas inkodning tecken på att vara mindre nyanserad. Detta gäller främst lokalernas disponering samt utläggningarnas styrning och specificering på olika schemabitar. Enligt avsnitt 7.4 framkom inga direkta tecken på att modellens läggningsrest skulle vara av unik omfattning för nya bortfalls kunder. Det kan därför ifrågasättas om bortfalls kundernas avvikande inkodning har någon läggningsteknisk betydelse. Kan det vara så, att modellen är okänslig för, eller kan neutralisera, olika slag av inkodningar?

Föregående avsnitt visade, att inom gruppen nya bortfalls kunder följer modellens utsparkningar inte de samband, som kan förväntas, och som gäller inom övriga kundgrupper. De på gruppnivå särpräglade förutsättningarna tycks därför på något sätt ha påverkat modellens läggning. Denna påverkan framgår dock inte av utsparkningarnas omfattning.

Hur ska man nu tolka den komplexa situationen rörande schemaläggarnas inkodning, modellens läggingsprocess och kundutvecklingen? Jag ska här ge en tolkningsmässig förklaring som täcker inkodning och läggingsprocess och som utgör ett steg mot en senare förklaring av inkodningens relationer till kundutvecklingen. Tolkningen är ett resultat av en noga övertvägd sammanställning av dels de loggstatistiska tecknen på de nya kundernas särprägel och dels min erfarenhet av modellens sätt att fungera.

Jag hävdar nu följande tolkning:

Inom gruppen nya kunder som slutar med modellanvändningen finns en överrepresentation av inkonsistenta, dvs icke läggingsbara, schemaförutsättningar.

Problemområdets natur och det tillgängliga dataunderlaget gör att tolkningen inte strikt kan bevisas. Ett flertal indicier ger emellertid stöd åt inkonsistenstolkningen såsom en hållbar och sammanfattande karaktäristik av de nya bortfallskundernas särprägel. Innan dessa indicier förs fram ska några övergripande kommentarer göras.

Det föreligger ingen grund för antagande om att bortfallskunderna skulle ha principiellt unika skolförhållanden vad gäller schemaläggning. Samtliga här aktuella skolor är danska kommunala folkskolor, som alla följer samma timplansmässiga regler. Detta hindrar dock inte att varje skola har mer eller mindre speciella inslag i sin schemaläggning. I enlighet med diskussionen i kapitel 2 är det via schemaläggarens preciseringar och avvägningar, som de lokala schemakraven utformas och formaliseras i inkodningen till modellen. Under den fleråriga produktionsperioden har det inte framkommit några indikationer på, att det skulle finnas någon viss delmängd av folkskolor där schemasystemet passar mindre väl. Vidare bör här påpekas att modellen körts med samma styrparametrar för loggstatistikens samtliga skolor. Dessa styrparametrar, som inte tidigare omnämnts, viktat olika läggingskriteriers inverkan på läggingsförloppet, jfr appendix 2.

Vad gäller lokalsidan har det tidigare noterats att bortfallskunderna, som grupp betraktat, har kodat in förhållandevis få lokaler. I läggingsprocessen antyds en jämförelsevis svag koppling mellan lokalmässigt tvingande läggningar och utsparkningar. Loggstatistiken visar således inga markanta tecken på att lokalsituationen skulle vara besvärlig i de aktuella kundernas modelläggningar.

Förekomsten av inkonsistenta inslag i förutsättningsarna ligger väl i linje med den tidigare karaktäristiken av gruppens inkodning. Utan en noggrann och nyanserad dokumentering av schemats förutsättningar finns det uppenbara risker, att kombinationer av enskilda detaljer ger icke förutsedda effekter. Fördelningen av utläggningar på schemabitar i kombination med styrningar via dagrestriktioner och yttertimmar är här exempel som tidigare diskuterats.

Inkonsistenstolkningen kärver så vissa förtydliganden vad gäller sambanden mellan modellens utsparkningar och övriga logy-variabler. Tidigare har konstaterats att modellens utsparkningar dels kan bero på orimliga förutsättningar och dels kan bero på modellens bristande läggningssförmåga. Vidare har de modellberoende utsparkningarna antagits vara proportionella mot schemats storlek. Det kan från dessa utgångspunkter vara näraliggande att dra följande slutsats: Modellläggningen av ett schema med många orimlig läggningsskrav resulterar i markant många utsparkningar, detta beroende på att inkonsistensutsparkningarna adderas till de 'normala' modellutsparkningarna. En sådan slutsats är nu inte förenlig med inkonsistenstolkningen av inkodningen och den gruppvis redovisade läggningssresten. Gruppen nya bortfallskunder har ju ingen markant hög utsparkning. Den additivt inriktade slutsatsen om utsparkningarnas omfattning finner heller inget stöd i modellens funktionssätt. I korthet kan denna senare ståndpunkt motiveras på följande sätt.

Vid inkodningen av schemats förutsättningar är risken för oavsiktliga formuleringar av orimliga läggningsskrav störst i samband med hanterandet av mera omfattande och komplicerade schemabitar. Om sådana schemabitar, som regel i ett tidigt skede av läggningssprocessen, måste sparkas ut vidgas läggningssutrymmet för alla de klasser, lärare och lokaler som berörs av utsparkningen. Härigenom reduceras risken för att modellens begränsade läggningssförmåga ska behöva ge utsparkningar under den återstående delen av läggningen. De enligt förutsättningarna tvingande utsparkningarna och de av modellen förorsakade utsparkningarna kan därför sägas balansera varandra så att modellläggningen överlag visar någon form av 'normal' omfattning på utsparkningarna. Detta resonemang är således helt i linje med att bortfallskunderna kan koda in tvingande utsparkningar utan att få motsvarande upptrappning av det totala antalet utsparkningar.

Det har tidigare framkommit att bortfallskundernas loggstatistiska utsparkningssamband ger ett splittrat intryck. Enligt modellens funktionssätt kan splittringen relateras till inkodningen. Modellens läggningssstrategi innebär en fortlöpande lokalisering av schemats mest kritiska lägen. Som regel tillåter schemaläget att modellen på ett framgångsrikt sätt låter den kritiska-lägen-analysen styra hela läggningssförloppet. Det efter hand reducerade läggningssutrymmet stryps således inte snabbare än att modellen, som regel, kan finna kombinatoriska öppningar för återstående läggningar. Enligt denna populariserade beskrivning av modellens läggningssstrategi ger bortfallskundernas loggstatistik intryck av, att modellens strategiska läggningsanalys har utsatts för störningar. Ett tecken härpå är att mängden utsparkningar inte, som hos övriga kundgrupper, är proportionell mot schemastorleken. Enligt inkonsistenstolkningen är det omöjliga läggningsskrav, som utgör störningskällan.

Den förda diskussionen om bortfallskundernas inkodningar relativt modellens läggningssprocess har baserats på indicier. Mot bakgrund av vad som tidigare sagts om schemakombinatorik i allmänhet, jfr kapitel 2, torde en strikt och detaljerad bevisning/motbevisning av inkonsistenstolkningen vara synnerligen arbetskrävande, om ens möjlig. Som alternativ till kombinato-

riska detaljanalyser har loggstaistikens aggregerade data utnyttjats för principtolkningar och gruppvis jämförelser. Härvid har med nödvändighet enskilda schemans unika detaljer suddats ut. Det ska därför framhållas, att den gjorda tolkningen inte kategoriskt innebär att alla bortfallskunder ställer överväldigande mängder av orimliga krav eller att kvarstående kunder inte ställer några sådana krav. Tolkningen handlar istället om en sammanfattande och väsentlig karaktäristik baserad på gruppvis särskiljande variabelmönster. Enligt dessa mönster förefaller de nya kundernas bortfallsgrupp ha en överrepresentation av inkonsistenta läggningskrav. Detta förhållande leder till frågor om vad som ligger bakom ett sådant inkodningsförfarande och dess eventuella betydelse för kundutvecklingen. I senare kapitel återkommer vi till dessa frågor.

I appendix 3 aktualiseras de nya kundernas inkodning i samband med presentationen av en på loggstatistiken grundad strategi för effektivisering av modellens schemaläggande effektivitet. En reducering av modellens läggningsrest visar sig tekniskt möjlig, men skulle uppenbarligen inte vara till större gagn för de kunderna, som har besvär med sin schemaläggning.

7.8 SUMMERING

Ett stort antal schematekniska variabler loggades automatiskt för hela den datoriserade schemaproduktionen 1978. Syftet var att samla ett brett underlag för analyser av läggningstekniska förhållanden med sikte på en effektivisering av modellens schemaläggning. Det loggstatistiska materialet har här huvudsakligen använts för kundgruppsrelaterade analyser av schemaläggningen. Ett antal sådana analyser visar att modellens läggningsutfall mätt i resterande utläggningar inte har någon klar koppling till kundutvecklingen. Nya kunder uppvisar ett samlat variabelmönster som indikerar motsägelsefulla schemaförutsättningar. Bortfallet av nya kunder har klarare kopplingar till schemaproblematiken i sig än till modellens läggningseffektivitet. En tekniskt möjlig effektivisering av modellen skulle inte vara till gagn för nya kunder som har en besvärlig schemaläggning och som tenderar sluta använda modellen.

8 METODFRAGOR BASERADE PÅ MODELLENS ANVÄNDNING

8.1 INLEDNING

I de tre närmast föregående kapitlen har genomgående kundmönster klarlagts, speciellt bortfallet inom gruppen nya kunder. Analysresultaten har presenterats som mer eller mindre fristående observationer på basis av ett omfattande empiriskt material. Några resultat har bekräftat, andra har dementerat, intuitivt rimliga kundförhållanden. I vissa fall har analyserna påvisat oväntade och svårtolkade förhållanden.

Som tidigare framgått har olika åtgärder vidtagits för att förbättra schemasystemets kundutveckling. Enligt den redovisade kundstatistiken har insatserna uppenbarligen inte haft avsedda effekter. En rimlig slutsats blir därför att åtgärderna genomgående missat någon väsentlighet. I metodhänseende blir det därför viktigt att ställa frågan: Vilken väsentlighet har missats? I detta kapitel ska inriktningen av denna dolda problematik preciseras. En ytterligare problemanalys med empiriska åtgärdsförslag följer i kapitel 11.

8.2 GENARERADE METODFRAGOR

Schemasystemets användning har inte dikterats via lagstiftning eller andra övergripande offentliga beslut. Kommunedata har på kommersiella grunder erbjudit systemet till kommuner, skolförvaltningar och enskilda skolor. Ett antal analysresultat pekar mot att det är den primäre systemanvändaren, schemaläggaren, snarare än någon instans i den kommunala förvaltningen, som fattar de avgörande besluten om systemets användning. Detta är ett för fortsättningen väsentligt förhållande, som ligger helt i linje med att schemaläggningen av tradition varit en lokalt förankrad planeringsuppgift för varje skolenhet.

En schemaläggares användning av systemet kräver obligatoriskt deltagande i en av de välrenommerade nybörjarkurserna. Merparten av Danmarks potentiella kundskolor har haft deltagare på dessa kurser. Orsakerna till att en betydande andel kursdeltagare inte blir systemkunder har inte undersökts närmare. Intresset har istället koncentrerats till gruppen kursdeltagare som blir kunder.

Utan upprepning av analysdetaljer och tolkningsdiskussioner sammanfattas nu de metodinriktade resultaten från de statistiska analyserna av kund- och kursstatistiken 1971-79 samt bru-

karundersökningen 1975 och den tekniska läggningsstatistiken från år 1978.

Det årliga antalet nya kunder är, som kan förväntas, proportionellt mot antalet kurser. Endast en fjärdedel av kursdeltagarna blir kunder. Statistiken visar även en tendens mot att antalet nya kunder är omvänt proportionellt mot kursernas längd. De angivna förhållandena riktar uppmärksamheten mot frågan:

HUR FUNGERAR KURSVERKSAMHETEN SOM KUNDGENERATOR?

Under hela den aktuella produktionsperioden har ca 1/3 av förstaårskunderna bara blivit kunder under ett år. Bland flerårskunderna har den genomsnittliga avgången endast varit hälften så stor. Trots omfattande insatser ifråga om systemutveckling, marknadsföring, drifttionaliseringar och serviceinsatser har kundbortfallet inte kunnat stävjas i någon nämnvärd utsträckning. En central metodfråga blir därför:

VAD FÖRANLEDER BORTFALLET BLAND SYSTEMETS NYBÖRJARKUNDER?

I den brett upplagda enkätundersökningen insamlades och dokumenterades systemanvändarnas erfarenheter och synpunkter efter 1975 års schemasäsong. Undersökningen visar bl a att nybörjarkurserna fått ett utomordentligt högt betyg. En betydande andel kunder anser dock att de fortfarande vet för lite om systemet. Fortsättningskurser och brukarseminarier har fått en jämförelsevis mindre positiv bedömning. Mot bakgrund av dessa brukarattityder kan följande fråga formuleras:

VILKEN KUNSKAPSGENERERANDE FUNKTION HAR KURSVERKSAMHETEN?

Enligt brukarundersökningen framgår att schemasystemets blanketter och resultatlistor genomgående anses vara hanteringsmässigt enkla att arbeta med. Kunderna anger inte några generella svagheter i systemets design eller i modellens kombinatoriska läggningsförmåga. Enkätsvaren redovisar däremot en ökande mängd problem och svårigheter i takt med att planeringsarbetet övergår i slutlig justering av schemat. Modellanvändarnas redovisade svårigheter härrör primärt från de planeringsuppgifter som ska lösas och inte från hanteringen av det modellredskap som ska underlätta planeringen. Schemaläggarnas svarsattityder föranleder därför frågan:

VARFÖR KAN INTE EN LÄTTANTERLIG OCH EFFEKTIV MODELL I STÖRRE GRAD UNDERLÄTTA PLANERINGSARBETET PÅ SKOLOR SOM HAR BEHOV AV PLANERINGSHJÄLP?

Analyserna av brukarenkäten visar klara skillnader i svarsattityderna hos kvarstående kunder och hos blivande bortfallskunder. Inom gruppen blivande bortfallskunder anger svarsmonstern ett komplex av bestående svårigheter under hela schemaläggningsarbetet. Kvarstående kunders svårigheter förefaller däremot vara mera avgränsade och överkomliga. Bortfallskunderna utmärks av att ha ringa kunskap om systemet samt otillräcklig utbildning och ett omfattande och svårt justeringsarbete som resulterar i ett mindre bra slutschema. Kvarstående kunder an-

ser sig ha goda kunskaper om systemet samt får ett bra slutschema utan betungande justeringsarbete. Enligt dessa analysresultat kan det te sig näraliggande, att dra den generella slutsatsen, att en gedigen systemkunskap garanterar kunden ett bra slutschema. Mot en sådan slutsats talar förhållandet kunden genomgående inte ansett systemet vara svårhanterligt och att modellen självklart inte kan prestera bättre schema än vad modellanvändarens underlag möjliggör. Bortfalls kunderna förefaller också ha haft grundläggande svårigheter i hanteringen av själva schemaförhållandena. De relaterade resultaten och tolkningarna föranleder följande frågor:

VARFÖR EFTERLYSER BORTFALLSKUNDERNA MER UTBILDNING/KUNSKAP OM DET I SIG LÄTTHANTERLIGA SCHEMALÄGGNINGSSYSTEMET?

KAN YTTERLIGARE SYSTEMUTBILDNING UNDERLÄTTA SCHEMALÄGGNINGEN OCH STÄVJA KUNDBORTFALLET?

Den läggningstekniska statistiken visar att varken antalet modellkörningar eller det modelltekniska läggningens utfallet är särskiljande för gamla/nya eller för kvarstående/bortfallande kundskolor. Kundutvecklingen visar sig ha klarare samband med kvalitativa än med kvantitativa schemaförhållanden. De tekniska analyserna av modellens schemadata visar klart, och överraskande, att kundbortfallet har starkare samband med modellanvändarens hantering av skolans schemaproblematik än med modellens tekniska hantering av läggningsskombinatoriken.

Enligt ingående analyser och tolkningar kan blivande bortfalls kunder tillskrivas en schemateknisk särprägel i form av att ha givit mindre väl bearbetade, eller rent av inkonsistenta förutsättningar för modellens läggning. Vidare har de tekniska analyserna visat att bortfalls kunderna inte förefaller kunna tillgodogöra sig effekterna av en realistisk vidareutveckling av modellens kombinatoriska läggningseffektivitet. I detta sammanhang får inte glömmas att modellen, av problemtekniska/kombinatoriska skäl, inte kan prestera någon garanterat bästa schemalösning. Modellen garanterar däremot att initialt omöjlig läggningsskrav redovisas, åtminstone implicit, via utsparkade schemabitar. Mot bakgrund av de läggningstekniskt inriktade analyserna är följande slutfråga motiverad:

VARFÖR ÄR DET FRÄMST KUNDER MED STORT BEHOV AV ANALYSERANDE PLANERINGSHJÄLP SOM SLUTAR ANVÄNDA MODELLEN?

Den här punktformigt sammanfattade metodproblematiseringen av schemasystemets användning har ifrån olika utgångspunkter fokuserat modellanvändarens individuella roll som kund och som länk mellan modellen och skolans reella planeringsproblematik, jfr figur 1.1 i kapitel 1. Denna fokusering blir en väsentlig utgångspunkt för den fortsatta diskussionen av schemasystemets svårtolkade och svårhanterliga implementeringsförhållanden. Närmast görs en komprimerad sammanställning av det speciella mönster, som tecknas av de ovan genererade metodfrågorna.

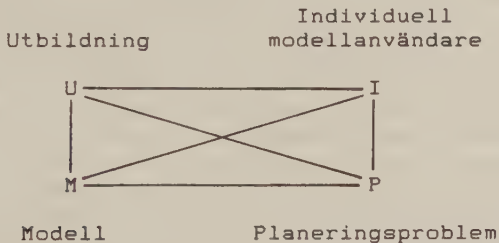
8.3 INRAMNING AV ETT METODKOMPLEX

En metoddiskussion om modellanvändning kan ske från olika utgångspunkter och beröra en rad olika aspekter. Jag väljer nu att låta de i föregående avsnitt preciserade frågorna utgöra en ämnesavgränsande ram för fortsättning. En närmare granskning inom denna ram kommer att visa, att läggingsmodellens användning aktualiserar generellt intressanta metodfrågor.

Modellanvändningens metodproblem måste uppenbarligen beakta själva modellen och det problem, som ska lösas via modellen. Därtill är det enligt de ovan genererade metodfrågorna väsentligt att beakta den individuella modellanvändarens agerande. Analyserna av läggingsmodellens användning indikerar också att utbildningen har en central roll i sammanhanget. Metoddiskussionen får sålunda följande fyra utgångspunkter:

- M: Modell
- P: Planeringsproblem
- I: Individuell modellanvändare
- U: Utbildning

Mellan M, P, I och U kan olika metodinriktade relationer diskuteras. Som ramar för diskussionen används följande skiss.



Figur 8.1 Metoddiskussionens ram

Den skisserade ramen anger enbart centrala utgångspunkter för inriktningen av den fortsatta diskussionen. Skissen säger sålunda inget om vare sig innehållet i, eller betydelsen av, de antydda relationerna mellan U, I, M och P.

Den systemorienterade diskussionsramen med relationer mellan fyra element kan möjligen uppfattas som en reduktionistisk ansats för separat behandling och betoning av vissa element och relationer. Det är därför viktigt att framhålla, att ramen markerar ett komplex av relationer. Detta komplex kan dock svårigen diskuteras utan någon form av sekventiell och systematisk behandling. En uppläggning jag här funnit ändamålsenlig är en stegvis granskning av relationskombinationerna med beaktande av ett successivt ökande antal element inom den angivna ramen. I korthet betyder detta ett successivt vidgande av diskussionen från 1 till 2 och 3 element med mellanliggande relationer.

Slutmålet är ett samlat metodgrepp om samtliga element och relationer. Vid en sådan stegvis genomgång kan ett par väsentliga iakttagelser göras vad gäller generella anknytningar till litteraturen och specifika anknytningar till den aktuella datorschemaläggningen.

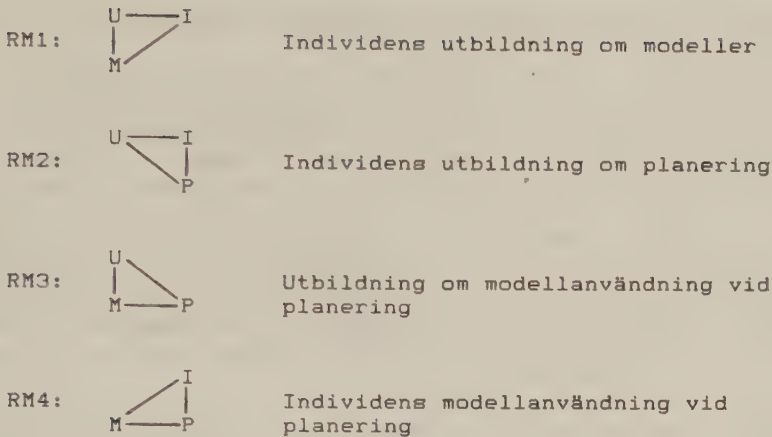
De enskilda elementen inom diskussionsramen, dvs utbildningen och modellutformningen samt planeringens innehåll och modell-användarens agerande öppnar var för sig ett brett spektrum av generella anknytningsmöjligheter. En inventerande genomgång av dessa anknytningar skulle hindra en fokusering på metodkomplexets unika helhetsbild. De olika ramelementens konkreta innehåll vid datoriserad schemaläggning har i tidigare kapitel ägnats en ingående och huvudsakligen elementvis fristående behandling. Härvid har det för varje element för sig inte indikerats några allvarligare svårigheter för en modellimplementering.

I takt med att metoddiskussionen vidgas till att samtidigt omfatta flera element får de för datorschemaläggningen specifika metodfrågorna ett alltmer svårhanterligt innehåll. Samtidigt blir motsvarande generella litteraturanknytningar om modell- och datoranvändning mera avgränsade, dock utan att, som jag uppfattar det, kunna ge tillfredsställande svar på komplexets specifika metodfrågorna, jfr kapitel 9. Metodkomplexets helhet synes därför kräva en teoretisk förklaringsgrund som innebär genererande av ny teori eller en orientering mot för området ny, men existerande, teoribildning. I kapitel 11 redovisas en utveckling som bygger på det andra av dessa alternativ.

8.4 METODKOMPLEXETS RELATIONSMÖNSTER

Som tidigare framhållits ger ämnena utbildning, individers agerande, datormodeller och planeringsproblem mycket vida referensområden. Ett antal mera preciserade ämnesprofiler erhålls vid parvisa och trippelvisa kombinationer av de fyra hörnpunkterna i figur 8.1. De sex olika parkombinationerna ger dock även de alltför vida teoriansknytningar utan fokusering på det aktuella metodkomplexets särprägel.

Vid samtidigt beaktande av tre av de fyra hörnpunkterna bildas fyra olika kombinationer av relationsmönster. Vart och ett av dessa partiella mönster markerar väsentliga inslag i metodkomplexet. Tillhörande referensområden är avgränsade, om än inte direkt lättöverskådliga. I figur 8.2 illustreras de fyra relationsmönstren (RM1-RM4), vilka nu ska kommenteras helt översiktligt.



Figur 8.2 Partiella relationsmönster

Individens utbildning om modeller (RM1)

Relationsmönster RM1 avser individens utbildning och kunskapsinhämtande vad gäller den datoriserade modellens utformning och funktionssätt.

Utbildningen av schemasystemets kunder har uteslutande företagits via de i kapitel 5 och 6 nämnda kurserna. Enligt den redovisade brukarundersökningen har deltagarna genomgående varit mycket tillfreds med nybörjarkursernas innehåll och uppläggning. Vidareutbildningen i kurs- och seminarieform har dock rönt ett något mindre positivt gensvar. Brukarutbildningens omfattning, innehåll och uppläggning förfaller således inte ha haft några avgörande eller genomgående brister, jfr här även schemaläggarnas stora och bestående intresse för deltagande i kurserna.

Utbildning om ett datorsystem med tillhörande detaljerade brukarmanual torde vanligen följa vissa 'automatiska' riktlinjer. Systemets viktigare funktioner och kommandon demonstreras och övas i enklare tillämpningar. En separat lärobok kan förekomma som komplement till systemtekniskt orienterade manualer, jfr den diskuterade läroboken, som skulle ersatt kurserna för schemasystemets användare.

En system- och modellutbildning måste naturligen utgå från det som ska läras ut, dvs från systemets/modellens principiella möjligheter och begränsningar. Om individen som ska lära in, dvs blivande system/modellanvändare, ställs i fokus aktualiseras vuxenpedagogiska frågeställningar. Pedagogiska aspekter har varit föga uppmärksammade i anslutning till utvecklingen och användningen av datorsystem, jfr kapitel 9.

Individens utbildning om planering (RM2)

Relationsmönster RM2 avser den yrkesverksamme individens utbildning i handhavandet av organisationens planeringsproblem. Som tidigare framhållits i kapitel 2 finns ingen organiserad utbildning för schemaläggare. Tillgängliga handböcker ger förslag till kombinatoriska lösningar på olika standardiserade problemställningar. I anslutning till schemasystemets användning har Kommunedata av principiella skäl inte kunnat/velat gå in i någon yrkesinriktad utbildning för schemaläggare. Som teknisk serviceinstitution har Kommunedata definierat sitt utbildningsansvar till att enbart gälla systemets principiella handhavande utifrån dess tekniska möjligheter och begränsningar. De pedagogiska, organisatoriska, sociala och kombinatoriska dimensionerna i schemaproblematiken har därför hänskjutits till schemaläggarnas självstudier.

Den yrkesinriktade vidareutbildningen i ett företags eller organisations administrativa funktioner berör internutbildningsområdet och frågor kring individuell karriärplanering. Här finns ett stort och expansivt fält där olika utbildningsinstitut och branschorganisationer erbjuder sina tjänster.

Utbildning om modellanvändning vid planering (RM3)

Relationsmönster RM3 avser principiella utbildningsaspekter, exempelvis kursuppläggning, i anslutning till praktisk modellanvändning. Utbildningen om schemamodellens praktiska användning har, som tidigare framgått, koncentrerats till en modellteknisk grundutbildning. En kursbaserad genomgång av modellens möjligheter och begränsningar ansågs inom Kommunedata utgöra en nödvändig, och en principiellt tillräcklig, grund för nya kunders praktiska modellanvändning.

Den ofta polariserade debatten om datorutvecklingens effekter på arbets- och samhällsliv koncentreras lätt på antingen teknikutvecklingens avigsidor och faror eller på dess positiva möjligheter. Oavsett polariseringsriktning förs utbildningen ofta fram som något av ett självklart och obligatoriskt verkamt åtgärdsförslag. Utbildningsbaserad kunskap ska ersätta förutfattade vrångbilder och optimistisk övertro. Kurser, konferenser och artiklar tar på olika sätt upp hur datorer redan har tagit över, kommer att ta över eller i princip kan ta över i första hand enklare och rutinmässigt betungande arbetsmoment. Utbildningen ska här således förmedla kunskap och insikter om hur betungande arbete kan göras enklare och om hur enklare uppgifter kan utföras på ett nytt och ändå enklare sätt. Här kan några utbildningsreflekterande frågor vara på sin plats. Varför krävs och erbjuds en så omfattande utbildning om något som ska innebära arbetsmässiga förenklingar? Är utbildningen i sig felriktad eller är förenklingen en chimär? Dessa frågor anser jag vara befogade eftersom datorschemaläggingens enkla hantering vållat svårigheter vid den praktiska planeringstillämpningen, detta trots välrenommerade utbildningsinsatser.

Individens modellanvändning vid planering (RM4)

Relationsmönster RM4 avser individens konkreta modellanvändning vid lösandet av praktiska planeringsproblem. Läggningsmodellens praktiska användning har tidigare dokumenterats utförligt i kapitel 5-7. Detaljerna i modellens användning kommenteras därför inte ytterligare här.

Modell användningens problemlösande funktioner kan betraktas från ett antal olika infallsvinklar. I kapitel 9 refereras principiella antaganden, förhoppningar och påståenden om modellavbildningar. De redovisade erfarenheterna och resultaten från schemamodellens tillämpning har föranlett den nyorienterande problemvinkling enligt skissen i figur 1.1.

En modells överskådlighet, hanterbarhet och förmåga att avbilda relevanta problemspekter är väsentliga krav som ofta reses för att mönstret enligt RM4 ska fungera väl. Litteraturgenomgången i kapitel 3 visade att utvecklingen av datoriserade schemaläggningssystem huvudsakligen har tagit fasta på det sistnämnda av dessa krav. Enligt brukarundersökningen i kapitel 6 har Kommunedatas schemamodell i allt väsentligt uppfyllt dessa krav. Detta förhållande har dock inte utgjort en tillräcklig förutsättning för en totalt sett framgångsrik modellanvändning.

Ett annat generellt krav som under senare år ofta anförts i samband med systemutvecklingar gäller användarnas aktiva deltagande i utvecklingsprocessen. Härvidlag har schemasystemets fleråriga användning givit klara belägg för, att ett sådant deltagande inte är ett nödvändigt krav för en praktiskt fungerande systemanvändning. Det finns en betydande andel schemaläggare som med framgång har använt schemasystemet.

I anslutning till den aktuella utvecklingen av datorernas hård- och mjukvara kan ett par tendenser noteras mot bakgrund av de ovan antydda kraven. Färdigutvecklade modeller och standardprogram har via mikrodatorvägen förts ut till ett stort antal datoranvändare. Genom framtagningen av olika problemspecifika högnivåspråk reduceras de traditionella kraven på anlitan av specialistkompetens i systemuppläggning och programmering. Kraven riktas nu istället mot modellanvändarens egen utveckling av modeller. Denna trend torde dock inte inom överskådlig tid beröra modellutvecklingar på schemaläggningens komplexitetsnivå.

8.5 METODFRAGOR FÖR FORTSATT DISKUSSION

Enligt metodkomplexets uppdelning i partiella relationsmönster, se figur 8.2, är det individens praktiska problemlösning via modellen, relationsmönster RM4, som ger det avgörande utslaget ifråga om modell användningens framgång/misslyckande. Det har givetvis varit Kommunedatas ambition att schemamodellen på bred front skulle bringas till en framgångsrik användning ute på skolorna. Vår mångåriga och idoga strävan i denna riktning anser jag har bedrivits med vissa oreflekterade avgränsningar och

antaganden. I metodkomplexets termer ska huvuddragen i dessa avgränsningar och antaganden nu preciseras som underlag för den fortsatta diskussionen om datorbaserade modellers användning.

Som en oomtvistad princip har det antagits att en seriös utbildningsinsats enligt RM1 är en nödvändig förutsättning för framgång enligt RM4. Kommunedatas implementeringsstrategi har också inneburit en satsning på RM1. I själva verket har strategin utgjort en ensidig satsning på RM1. En granskning av denna strategi relativt metodkomplexets helhetsbild leder in på metodfrågor av grundläggande och generell natur.

Som redan påpekats har schemaproblematikens allmänna innebörd och handhavande definierats såsom liggande utanför Kommunedatas kompetensområde. Kommunedatas uppgift har officiellt avgränsats till att gälla tillhandahållandet av ett datoriserat planeringsverktyg. Med verktygets hjälp ska kunden snabbt och enkelt kunna nå lösningar på de problem, som man förutsätter kunden har och är förtrogen med.

Kombinationen av det framgångsrikt iscensatta RM1-mönstret och det antagna RM2-mönstret har lett till den oreflekterade slutsatsen att kunderna automatiskt tillägnar sig RM3-mönstret. Observera att den rent grafiska kombinationen av RM1 och RM2, se figur 8.2, innehåller metodkomplexets samtliga relationer, så när som på relationen M-P. Kundernas kursinhämtade kunskap om modellen och deras förutsatta kunskap om schemaplaneringen leder till att relationen M-P uppfattas såsom oproblematiserad och närmast självgenererande. Det här grovt rekonstruerade tanke-mönstret leder så slutligen och oundvikligen till, att modell-användningen enligt RM4 har principiellt goda och tillräckliga förutsättningar för att bli framgångsrik.

Effekterna av Kommunedatas implementeringsstrategi har blivit en blandning av framgång och misslyskanden, jfr kundstatistiken. Den under flera år konsekvent genomförda strategin har alltså inte givit entydiga utfall i den förhållandevis enhetliga och stabila skolmiljön. Avgörande metodfrågor att besvara blir därför:

- Hur förklaras det icke entydiga implementeringsutfallet?
- Vad är det inom metodkomplexets ramar som huvudsakligen förklarar de misslyckade modelltillämpningarna?
- Vilka åtgärder kan förbättra schemamodellens implementeringsutfall?

I kapitel 11 formuleras svar på dessa frågor. Närmast tas frågorna som utgångspunkt för nästa kapitel litteraturbaserade kommentarer om modellavbildning och modellanvändning.

9 LITTERATURBASERADE KOMMENTARER OM FORMELLA MODELLER

9.1 INLEDNING

Formella modeller har i litteraturen tagits upp i många olika sammanhang och från flera olika utgångspunkter. I detta kapitel ges några litteraturbaserade kommentarer av mera övergripande natur. Avsikten är att peka på intressanta tendenser vad gäller metodinriktade antaganden och slutsatser i samband med formella modellers avbildande funktioner och modellernas praktiska användning. Kommentarererna avser ge en profilering av den metodproblematik, som aktualiserats i samband med den datorbaserade schemaläggningen. Jag avser inte att göra någon refererande genomgång av litteraturen på det här aktuella området.

Schemasystemets användning har genererat metodfrågor med en inriktning, som tidigare inte tycks ha uppmärksamats i den modell- och datorrelaterade metodlitteraturen. Jag anser det inte motiverat att via långa litteraturgenomgångar påvisa detta förhållande med refererat av verk som inte direkt eller indirekt anknyter till den kommande diskussionens inriktning. Den på modell/datorområdet initierade läsaren kan själv värdera nyorienteringen i de frågor och svar som kommer att framläggas. För den på området mindre initierade skulle en omfattande litteraturinventering vara mera betungande än befrämjande för den fortsatta läsningen.

En generell metoddiskussion kan beröra såväl praktiskt/konkreta metodfrågor som filosofiskt inriktade grundvalsfågor. Jag kommer endast att göra sporadiska anknytningar till litteratur, som tar upp det senare slaget av metodaspekter. Denna avgränsning motiveras av att det primärt är schemamodellens praktiska tillämpning som ska utredas. Därtill är det min uppfattning, att diskussioner av grundvalsnatur i ringa grad är ägnade att ge svar på de aktuella tillämpningsfrågorna. Med denna filosofiskt orienterade avgränsning har jag inte uteslutit, att grundvalsdiskussioner kan vara intressanta och värdefulla i samband med modell- och datoranvändning. I anslutning till den här aktuella ämnesinriktningen skulle sådana diskussioner kunna belysa frågan varför implementeringsforskningen inte tidigare beaktat de metodaspekter, som nu ställs i fokus. Jag avser dock inte att föra någon filosofiskt/historiskt inriktad diskussion om vetenskapsteoretiska spörsmål.

Preciseringen av metodproblemen kring schemasystemets användning aktualiserar litteraturområden, vilka primärt inte förknippas med datorbaserad modellanvändning. Närmast är det metodaspekter ur den mera traditionellt orienterade modell- och datorlitteraturen, som ligger till grund för framställningen.

En rapsodisk genomgång i nästa avsnitt visar, att formella modellens avbildning och användning genererat metodfrågor alltsedan antiken. Därefter diskuteras datorbaserade modeller och deras avbildningar av mänskligt tänkande. De generella litteraturkommentarerna avslutas med en redovisning av några huvudlinjer inom implementeringsforskningen kring operationsanalytiska modellens användning.

9.2 FORMELL MODELLAVBILDNING - EN KLASSISK FRÅGA

Utan ansats till idehistorisk genomgång ska jag med några exempel ur historien och ur samtiden belysa den formella modellavbildningens centrala metodfråga, som är av klassisk dignitet. Datorteknikens utveckling och utbredning tycks snarare ha aktualiserat än löst eller undanröjt denna fråga.

Enligt filosofihistorien, se exempelvis Russell (1981) pp 49-56, var Pythagoras (500-talet f Kr) en pionjär då det gäller konstruerandet av matematiska modeller med avbildande syften. Enligt Pythagoreernas mystiskt/religiösa ordensreglemente baserades deras modeller på övertygelsen att världen kunde, och skulle, beskrivas i matematiska termer. Därtill förestavades att de matematiska beskrivningarna skulle byggas upp av heltalsrelationer. Redan på Pythagoreernas tid uppdagades avgörande brister i denna form av modellavbildningar. Exempelvis fann man att diagonalen i en kvadrat inte kan avbildas med ett heltalsbaserat matematiskt uttryck. Detta slags upptäckter hotade fundamentet i den Pythagoriska läran. Det kan för vår tid verka otroligt, men läran hade en sådan makt, att personer som otillbörligt avslöjade heltalens begränsade avbildningsförmåga riskerade sina liv, jfr Ejvegård (1968) pp 38-40. Redan 2500 år innan begreppen operationsanalys och dator var kända gjordes således handfasta erfarenheter av matematiska modellens begränsade avbildningsförmåga och av modellimplementeringens komplikationer.

Ambitionerna att beskriva världen i matematiskt enkla och innehållsmässigt uttömmande termer har alltsedan antiken levt vidare i den västerländska kulturen. I uppsatsen "Drömmen om det exakta språket" behandlar Tore Fängsmyr en rad ansatser till förverkligande av sådana ambitioner alltifrån Raimundus Lullus' arbete på 1200-talet till vårt sekels logiska empirism, Fängsmyr (1977) pp 9-31. Några huvudlinjer och vissa portalfigurer i Fängsmyrs översikt ska här nämnas.

Under 1600-talets senare del och 1700-talets första hälft försökte Gottfried Wilhelm von Leibniz och Christian Wolff att utarbeta logiskt stringenta beskrivningsspråk med universell tillämpbarhet. Leibniz strävade mot ett abstrakt språk och matematiskt inriktade kalkylresonemang. Wolff baserade sina ansatser på naturligt språk, vilket dock inte hindrade hans logiska härledningar av svar på varjehanda slag av frågor, bl a teologiska frågor.

Vetenskapens begynnande specialisering under upplysningstiden innebar att ambitionerna om ett universellt beskrivningsspråk mattades. Det exakta och matematiska beskrivningsidealet levde dock vidare, exempelvis i Auguste Comtes samhällsvetenskapligt inriktade arbete. I den logiska positivismen kombinerades verifierbarhetsprincipen (från Ernst Mach) med krav på logisk stringens (från Bertrand Russell och Ludvig Wittgenstein). Inom den sk Wien-kretsen omhulldades den gamla Leibniz-tankens om ett formaliserat universalspråk.

Matematiseringens begränsningar påtalades redan i början av 1700-talet av den irländske domprosten Jonathan Swift. Berättelsen om Gullivers tredje resa med besöket på den flygande ön Laputa innehåller en bitande satir av ett totalt genommatematiserat samhälle, Swift (1976). Genom sitt hämningslösa ironiserande kring matematiseringens överdrifter framför Swift indirekt sitt budskap om att vardagslivets matematisering har sina begränsningar. Var gränserna ligger preciserar Swift dock inte. Inte ens den mest fasansfulla visionen av datorsamhällets utveckling tror jag kan skildra ett mer avhumaniserat samhällsliv än det, som Swift beskrev i sitt parodiska debattinlägg för mer än 250 år sedan.

Sedan Fängsmyr påtalat riskerna med en förväxling av matematisk exakthet och kvantifierbarhet, vid exempelvis diskussioner av samhällsvetenskaplig och naturvetenskaplig forskning, avslutar han sin uppsats på följande sätt.

Iden om vetenskapens enhet känns inte längre aktuell. De exakta vetenskapernas metoder kan inte utan vidare kopieras inom samhällsvetenskap och humaniora, eftersom dessa arbetar med andra storheter och en annan typ av problem. Naturligtvis ska man bevisa och mäta i den mån materialet tillåter det, men detta bör inte leda till någon övertro på kvantifiering. Att man inte kan uppnå matematisk säkerhet betyder inte, att det man sysslar med är mindre väsentligt. Det betyder heller inte att man skall uppge ambitionen att nå så långt man kan, att efter sina förutsättningar söka det exakta språket.

(Fängsmyr (1977), p 31)

De sista meningarna av detta citat kan ses som en sansad slutsats grundad på flera århundradens forskarmödor. Många har försökt nå, men ingen har nått, det exakta universalspråket. Jag anser dock att den forskningsmässiga arbetsprincipen "att nå så långt man kan" är väsentlig grad endast ger en skenbar lättnad relativt den utopiska principen "att nå fulländningen". Att explicit avgöra hur långt man kan nå, och därtill argumentera för att det inte går att nå längre, kan vara minst lika krävande, som att argumentera för ett partiellt uppfyllande av ett utopiskt ideal. I båda typfallen tillstöter de övergripande metodfrågorna om på vad sätt, med vilka medel och med vilka resultat en partiell/inexakt beskrivning används, jfr här figur 1.1 i kapitel 1.

Den metodmässigt förädiska parallellen mellan "att nå så långt man kan" och "att sträva mot fulländningen" ser jag som en

bärande förklaring till att den medeltida "drömmen" om det exakta beskrivningsspråket alltså är levande, om än med tids- typisk särprägel. Datorteknikens utveckling har gjort att drömmen nu baseras mera på beräkningsteknisk kapacitet än på filosofiskt skarpsinne.

9.3 OM DATORBASERADE MODELLER

Ett område där datorteknikens beskrivningsmöjligheter ställts på hårda prov gäller avbildningen av mänskligt tänkande och agerande. I anslutning till den tidigare principdiskussionen ska jag inom området artificiell intelligens peka på nutida paralleller till såväl Leibniz-ambitionen som till Swift-kritiken.

Herbert Simon, en av pionjärerna inom artificiell intelligens, har formulerat visioner, som uttrycker nära nog oreserverade ambitioner om att i datorernas program kunna avbilda "allt som människan kan göra".

Skipping away minor qualificationa and reservations, which will be supplied later, I believe that, in our time, computers will be able to do anything a man can do. I believe that computers already can read, think, learn, create.

(Simon (1965) pp xii-xiii)

Citatet från Simon utgör en koncentrerad beskrivning av den måltavla mot vilken filosofen Hubert Dreyfus i boken "What Computers Can't Do" riktar ett våldsamt, och i tonen närmast arrogant, angrepp, Dreyfus (1972). I sin kritik anför Dreyfus biologiskt, psykologiskt, epistemologiskt och ontologiskt grundade skäl som stöd för sin uppfattning att Simons visioner är orealistiska, eller rent av befängda. I en senare reviderad utgåva, Simon (1977), saknas det avsnittet varifrån citatet ovan är hämtat. Simon tycks dock inte ha ändrat sin positiva grundsyn på datorernas potentiella möjligheter att avbilda mänskligt tänkande och agerande. Kritiken från Dreyfus avfärdar Simon (1977) med att den kommer från en passionerad lekman. Dreyfus har å sin sida bemött de motreaktioner som kom efter hans angrepp på forskningen inom artificiell intelligens, Dreyfus (1979). Simon och Dreyfus har här fått representera två i grunden skilda åsiktsriktningar. Ur de sålunda endast antydda nutidsparallellerna till Leibniz-ambitionen och Swift-kritiken ska jag notera ett par aspekter, som ger vissa referenspunkter för den följande metoddiskussionen. Det gäller separeringen i formaliserad och icke formaliserad intelligens samt ansatser till hanterande av dessa separerade intelligensformer.

Zenon Pylyshyn har i en längre artikel med reflektioner kring Dreyfus' "What Computers Can't Do" karaktäriserat boken som "an exasperating mixture of nonsense, well-deserved criticism, misunderstanding and insight", p 58. Pylyshyn gör följande deklaration i slutet av sin artikel.

We know that we cannot produce an artifact with all the qualities of a human being without in fact artificially creating a human being. But at the same time we also know that we can produce devices which display a wide spectrum of functions previously considered to be the sole prerogative of human beings. Between these two extremes we shall no doubt find that there are human capacities which we will not be able to reproduce in a device of any one particular type so long as that type is sufficiently unlike the human machine. But where the line is between functions which are reproducible and those which are not is at present a matter of sheer speculation. Perhaps a better theoretical understanding of the nature of computers and program will give us some idea.

(Pylyshyn (1974), p 76)

Den principiella skiljelinjen som Pylyshyn drar upp mellan den formellt/maskinellt representerade intelligensen och övrig human intelligens är en utgångspunkt för figur 1.1 i kapitel 1. Figuren markerar dock även en integration över skiljelinjen. Jag kommer inte att diskutera en sådan integration utifrån "the nature of computers and program". Den antydda skiljelinjen uppmärksammades långt innan dagens datoriseringsmöjligheter fanns i sikte. Blaise Pascal skrev vid mitten av 1600-talet om "olikheten mellan den matematiska och den fina urskiljningens anda".

Matematisker, som endast äro matematiker, ha sålunda ett riktigt omdöme, men under förutsättning att man först medelst definitioner och principer tydligt förklarar allt för dem; eljest äro de vilseledande och odrägliga, ty de kunna endast döma riktigt efter tydligt framställda principer.

Och de skarpsynta, som endast äro skarksynta, ha aldrig tålmod nog att fördjupa sig i spektionens och inbillningens första principer, vilka de aldrig sett till ute i livet, och som saknar varje tillämpning.

(Pascal (1947) p 137)

Pascal noterar således en artskillnad mellan två slag av intelligens. Endast i extremfall tillskrivs individen enbart det ena slaget av intelligens. Eftersom "den matematiska andan" följer principer, som ligger i linje med datorernas programmeringsmöjligheter, så blir motsvarande artskillnad idag, mer eller mindre oreflekterat, mellan datorbunden och human intelligens. Härvid anser jag att det skett en delvis olycklig avhumanisering av "den matematiska andan". I samband med datoranvändning kan det nämligen ifrågasättas om användaren berövas eller befriats från viss intelligensutövning. Enligt gängse systemsäljande och rationaliseringsinriktade argument ska datorernas övertagande av rutinarbetet innebära en befrielse, som möjliggör en vidgad användning av "den fina urskiljningens anda", dvs kvalificerade och övergripande bedömningar. De mångomvittnade svårigheterna att tillämpa datoriserade planerings- och styrsystem kan tolkas som att datorerna berövat sina användare väsentliga intelligenstillämpningar. Denna tolkning kommer

senare att diskuteras mera ingående samt exemplifieras med schemasystemets användning.

Paralleller till Pascals typifiering av intelligent tänkande kan spåras i en rad olika sammanhang, speciellt i anslutning till datoranvändning. Härvid aktualiseras en lång rad av ansatser som gjorts för att skapa kommunikation, överbrygga gapet, mellan dator och människa, dvs i överförd mening skapa kommunikation mellan Pascals två intelligensstyper. Huruvida en sådan kommunikation är möjlig, Pascal säger inget härom, ska inte diskuteras här. Avsikten är endast att via några refererade exempel ge viss kontur åt denna synnerligen komplicerade men för datoranvändningen avgörande metodfråga.

I en berömd karaktäristik beskriver C P Snow det matematiska/naturvetenskapliga tänkandet och det humanistiska/litterära tänkandet som två skilda kulturer, Snow (1974). Enligt Snow tycks dessa tvåkulturer sakna möjligheter till mera djupgående kommunikation.

Datoriseringens individuella och inte minst dess sociala effekter har på senare år diskuterats i många olika sammanhang. Befarade och/eller noterade konsekvenser av "den matematiska andans" datorgestaltning har aktiverat många forskare och debattörer, se exempelvis Anér (1975) för en ämnesexpose och Sandberg (1979) för diskussioner av arbetslivsinriktade frågor. Weizenbaum (1976) tar bl a upp grundläggande etiska frågeställningar i anslutning till datorernas utformning och användning.

Datorutvecklingens innebörd och betydelse ser von Wright (1978) som den andra industriella revolutionen. Relativt den första industriella revolutionen anser von Wright att vi nu lever i ett för-marxistiskt skede eftersom vi saknar en mogen programförklaring för hanterandet av datorsamhällets nya problemställningar.

I en filosofiskt orienterad översikt av den datoriserade informationsbehandlingsens möjligheter och begränsningar behandlar Zemanek (1972) gapet mellan formell och informell informationsbehandling. Utan närmare precisering av hur gapet kan överbryggas skisserar Zemanek följande ide. I det framtida informationssamhället kommer individerna att behöva tre språk, ett naturligt språk för lokalt vardagsbruk, ett naturligt och internationellt gångbart språk smat ett konstruerat språk för formell informationsbehandling.

Flera forskare har uttryckt tanken att man på datorernas premisser kan överbrygga det sk gapet mellan dator och människa, jfr citatet ovan från Pylyshyn. Herbert Simons "general problem-solving program" avses exempelvis leda till kunskap om "human problem solving, thinking, and learning", Simon (1977) p 69. När Simon därtill hävdar att mänsklig problemlösning i sin helhet kan beskrivas i hans programtermer, så har han knappast överbryggat gapet utan närmast hanterat det via en definitions-mässig eliminering. De antaganden och avgränsningar som är förknippade med en sådan eliminering gör att jag inte finner det rimligt att tolka schemaläggarnas modellanvändning via en dylik ansats. Som motiv härför kan bl a anföras de schemademokratiska

frågorna som diskuteras i appendix 1. Därtill skulle ansatsen innebära en för mig oacceptabel eliminering av schemaproblemets sociala miljöförankring. I mer generella termer aktualiseras här det sk ramproblemet, vilket Dreyfus ställer på sin spets när han ifrågasätter om och hur en dator kan "känna sig hemma". Janlert (1981) gör en ingående granskning av ramproblemet och dess konsekvenser för artificiell intelligens.

I den antydda Simon/Dreyfus-dispyten antyds faktiskt en oomtvistad och praktiskt orienterad 'nödlösning' för hanterandet av det sk gapet mellan dator och människa. I en översiktsartikel om artificiell intelligens (AI) gör Nils Nilson inledningsvis följande deklaration.

... it is completely unimportant to the theory of AI who is doing the thinking or perceiving - man or computer. This is an implementational detail.

(Nilson (1974), p 778)

Avslutningsvis noterar dock Nilson att

... several successful AI systems use a combination of man and machine to achieve high performance levels.

(Nilson (1974), p 791)

I slutet av boken "What Computers Can't Do" konstaterar Dreyfus att om maskiner ska kunna hantera icke formaliserad information och visa prov på mänsklig intelligens, så måste det gälla maskiner vilka i grunden skiljer sig från nuvarande digitala datorer. Eftersom sådana människoliknande maskiner är okända drar Dreyfus följande slutsats.

We must think in the short run of cooperation between men and digital computers, and only in the long run of non-digital automata which, if they were in a situation, would exhibit the forms of "information processing" essential in dealing with our nonformal world.

(Dreyfus (1972), p 216)

De principiella och teoretiska aspekter kring en samverkan mellan dator och människa öppnar ett brett spektrum av frågor. I såväl den allmänna debatten som på konferenser om datoriseringen hörs ständigt, att det krävs utbildning och åter utbildning på alla nivåer. I anslutning till utvecklingen och användningen av datoriserade informationssystem har Rolf Höyer fokuserat utbildningsfrågan via begreppet funktionell analfabetism.

Med funktionell analfabetism menar vi det förhållandet, att skriv- och läskunniga människor i så stor grad icke begriper innehållet av de formella meddelanden de mottar och är beroende av, att deras normala funktion i samhället blir mycket försvårad och även på vissa områden omöjliggörs.

(Höyer (1979a) p 4)

Problemen kring funktionell systemanalfabetism kan icke ses som en informationsfråga. All erfarenhet visar, att enbart det att ge information om nya system, deras syfte och användningssätt har en mycket liten penetreringseffekt. Det är helt klart att problemen måste anses vara av särskild pedagogisk karaktär, och att deras lösande måste bygga på utnyttjande av pedagogisk insikt.

(Höyer (1979a) pp 7-8)

Höyer, som primärt diskuterar systemutvecklingsmodeller (dvs tillvägagångssätt vid utvecklingen av informationssystem), efterlyser en förbättrad pedagogisk kvalitet i systemutvecklingen och i implementeringen av informationssystem.

Varken inom facklitteraturen eller i allmänna diskussioner kring systemutvecklingsmodeller hittar vi någon seriös behandling av temat sett från en pedagogisk grundsyn.

(Höyer (1979a) p 3)

Den funktionella analfabetismens innebörd och effekter kommer att aktualiseras i kommande tolkningar av fungerande och icke fungerande tillämpningar av schemaläggningssystemet.

9.4 IMPLEMENTERING AV OA-MODELLER - NÅGRA HUVUDLINJER

Svårigheter och problem vid tillämpandet av operationsanalytiska modeller har initierat en forskning om just OA-implementering. Denna forskning är så omfattande, att området svårligen kan ges en kortfattad helhetskaraktäristik.

I en bibliografi över implementeringsforskning på OA-området tar Schultz, Slevin and Henry (1978) upp närmare 400 referenser. Den löpande implementeringsforskningen redovisas i tidskrifter som Management Science och Interfaces. Som exempel på mera omfattande samlingsverk kan nämnas Hildebrandt (1975), Schultz and Slevin (1975) samt Doktor, Schultz and Slevin (1979). En historisk exposé över implementeringsforskningens utveckling i anslutning till operationsanalysens utveckling ges av Schultz and Slevin (1979). Hildebrandt (1979) tecknar OA-implementeringens "State of the Art" via en genomgång av olika forskningsansatser och olika författares klassificeringar av implementeringsforskningen. En sådan generell och föga kontroversiell klassificering tas nu till utgångspunkt för en markering av några särdrag i min egen forskningsansats då det gäller schemamodellens användning.

Schultz and Henry (1981) specificerar fem kategorier av "research approaches". För mera ingående exemplifieringar inom de olika kategorierna hänvisas till artikeln av Schultz och Henry. Nedan utnyttjas artikelns rubriceringar och dess karaktäristik av olika forskningsansatser.

Philosophical Papers

Till denna kategori hör "klassiker" som Churchman and Scheinblatt (1965) och Little (1970). I den förra artikeln efterlyses "mutual understanding" mellan modellbyggare och modellanvändare. I den senare artikeln poängteras att en implementeringsvänlig modell bör vara "simple, robust, easy to control, adaptive, complete on important issues and easy to communicate with".

Som tidigare framhållits har jag inte försökt koppla något 'filosofiskt grepp' i studien av schemamodellens implementering. Enligt den refererade enkätundersökningen framgår, att schemamodellen i allt väsentligt uppfyller de 'filosofiska' kraven ovan.

Cases

I den rika floran av fallbeskrivningar av OA-implementeringar identifieras och diskuteras olika kritiska förhållanden som kan förknippas med lyckade/misslyckade modellanvändningar. Sådana typiska förhållanden kan exempelvis avse personlighetstyper, organisatoriska förutsättningar för utveckling och tillämpning av en modell, stöd från företagets ledning, kostnader för modellens utveckling och användning.

Allmänt sett karaktäriseras OA-implementerings fallbeskrivningar av att

...the cases are written by observers and participant-observers who are not actually model builders but who attempt to record the history of a model implementation or to study common problems associated with a number of implementation efforts.

(Schultz and Henry (1981) p 283)

I förhållande till den citerade karaktäristiken uppvisar fallstudien om schemamodellens implementering väsentliga särdrag. Som implementeringsforskare har jag en bakgrund som konstruktör av just den implementerade modellen. Konsekvenserna härav kan jag endast ge en spekulativ tolkning relativt det hypotetiska fallet, att jag gjort motsvarande studie utan konstruktörsbakgrund. Jag har en stark känsla av att min tekniska modellförtrogenhet, måhända omedvetet, har gjort att modellens planeringstekniska möjligheter och begränsningar blivit en central utgångspunkt för min fokusering av implementeringsaspekter, jfr figur 1.1 i kapitel 1.

Praktikfallsstudien av schemamodellens implementering har också ett annat väsentligt särdrag. Fallet omfattar en flerårig tillämpning av samma modell (med viss vidareutveckling) i ett stort antal likartade organisationer. Denna form av massimplementering av en OA-modell har, såvitt jag kunnat utröna, inte behandlats i litteraturen, jfr här även kapitel 3 och den allmänt sparsamma implementeringsdiskussionen i anslutning till datoriserad schemaläggning. I normalfallet är en mera omfattande OA-modell unikt utvecklad i, och för, den modellanvändande

organisationen. Här avser jag givetvis inte den kunskapsmässiga spridningen av de generella OA-teknikerna i sig, utan tekniker-
nas tillämpning i konkreta situationer.

Massimplementering av ett datorbaserat system är dock inte någon för datorschemalaggningen unik företeelse. Ett flertal analoga fall finns då det gäller administrativa systemtillämpningar, exempelvis införandet av redovisnings- och informationssystem. Massutnyttjandet av färdigutvecklade informations-system aktualiserar implementeringsproblem vars forskningsmässiga anknytning Rolf Höyer formulerar på följande sätt.

Unfortunately, little research has been done which
can lead to suggestions on how to improve the present
practice.

(Höyer (1979b) p 3)

Datorbaserade problemlösande OA-modeller och registrerande/frågebesvarande administrativa datorsystem har klara särdrag ifråga om innehåll och användningssätt. Systemens implementeringsfrågor har också diskuterats i ämnesmässigt åtskilda sammanhang. Trots sina särdrag anser jag att dessa systemtyper har likartade implementeringsförhållanden då det gäller användarnas kognitiva betingelser för att kunna utnyttja systemets tjänster. Massimplementeringen av schemasystemet ser jag som en väsentlig förutsättning för mitt urskiljandet av dessa generella problem. Det är efter år kvarstående implementeringsmotståndet, jfr kapitel 5, kan ses som en effektiv 'problemgenerator'.

Factor Studies

Inom denna kategori av studier poängteras och testas enskilda faktorerers betydelse för implementeringsutfallet. Utöver olika attityddimensioner hos modellanvändarna, interpersonella relationer, OA-projektets förankring och ledningsstöd har modellanvändarnas "cognitive style" förts fram som en viktig implementeringsfaktor. Grovt uttryckt innebär denna senare faktor en gruppering av användarna i analytiskt och heuristiskt tänkande individer. Utifrån en sådan indelning, ofta laboratoriebaserad, har riktlinjer skisserats för utformningen och införandet av OA-modeller.

Gregor Huber har i en artikel gått igenom föreliggande resultat då det gäller den kognitiva stilens betydelse för utformningen och användningen av "Management Information Systems (MIS)" och "Decision Support Systems (DSS)". Resultaten tecknar en splittad och i vissa fall motsägelsefull bild av den kognitiva stilens betydelse och effekt. Genomgången föranleder följande kritiska slutsatser då det gäller kognitiv stil som utgångspunkt för systemdesign.

CONCLUSION NO. 1. The currently available litterature
on cognitive styles is an unsatisfactory basis for
deriving operational guidelines for MIS and DSS designs.

CONCLUSION NO. 2. Further cognitive style research is unlikely to lead to operational guidelines for MIS and DSS designs.

(Huber (1983) p 567)

Huber avfärdar dock inte kategoriskt betydelsen av kognitiva aspekter i samband med MIS och DSS. I anslutning till utbildningen av systemanvändare indikerar han ett latent forskningsbehov.

Historically, managers, management educators, and instructors in the area of computing have addressed this matter as if it were one of "slow learners" and "fast learners". They had no choice. There were no research results to use as a basis for designing different training program. This is another area, then, where there is a need for cognitive style research.

(Huber (1983) p 574)

Mot bakgrund av de faktorinriktade implementeringsstudierna och Huberts kritik av kognitiv stil kräver min studie av schemamodellens implementering några väsentliga kommentarer.

Som redan markerats ett antal gånger fokuserar jag kognitiva betingelser för modellanvändningen. Härvid utgår jag dock inte från att modellanvändarna har olika kognitiva stilar (analytisk eller heuristisk). Ej heller försöker jag urskilja sådana skillnader. Däremot tar jag upp utbildningen av modellanvändarna utifrån generella kognitiva betingelser för inlärning. Med denna inriktning på kognitionsaspekter har jag naturligtvis inte avfärdat andra faktorer betydelse för OA-modellers implementering. I min studie av datoriserad schemaläggning har dock faktorer som modellens hanterbarhet och dess driftskostnader inte visat sig vara kritiska för implementeringsframgången. I andra sammanhang kan dylika faktorer givetvis vara utslagsgivande, även vid implementering av datorbaserad schemaläggning.

Model Building

Implementeringsstudier inom denna kategori försöker bygga upp sammanfattande "modeller" för beskrivning av implementeringsprocessen. Svårigheter att mäta styrkan hos, och sambandet mellan, alla implementeringsrelaterade faktorer gör att dessa modellers praktiska användbarhet varit ringa.

Enligt kommentarerna i anslutning till faktorstudierna framgår att min studie av schemamodellens användning inte syftar till någon sammanfattande implementeringsmodell av det här aktuella slaget.

Change Process Research

Användningen av en operationsanalytisk modell innebär förändringar av besluts- och problemlösningsförfarandet i den berörda organisationen. Dessa förändringsaspekter har ägnats speciella studier. I en sådan studie, Ginzberg (1979), konstateras

efter uppföljning av 29 olika OA-projekt att modellkonstruktören i flertalet fall borde ha följt sin modell längre under införandeskedet, detta för att den modellrelaterade förändringen verkligen skulle slå igenom och permanentas.

I enlighet med Ginzbergs rekommendation har jag gjort en uppföljning under längre tid än vad modellkonstruktörer brukar göra. Schemamodellens användning har dock inte studerats som en förändringsprocess i de berörda skolororganisationerna. Min undersökning av schemaläggarnas modellanvändning kan ses som en lokalisering av ett väsentligt, och hittills föga uppmärksammat, hinder för en modellinriktad förändring av schemaarbetet.

9.5 SUMMERING

De redovisade litteraturkommentarerna har sammanfattningsvis indikerat att studien av schemamodellens användning:

- inte utgör någon explicit kritik eller omprövning av tidigare forskning om OA-implementering.
- utgör ett försök till forskningsmässig vidareföring av modellimplementeringen i en riktning, som implicit efterlysts i viss tidigare forskning.

Schultz and Slevin (1979) formulerar en framtidsinriktad forskningsrekommendation om OA-implementering på följande sätt.

It seems clear that what is needed over the next decade is a focus, not a larger number of studies in random directions. As we begin to zero in on the key variables, this focus hopefully will occur - especially through the development of mathematical models and more easily used behavioral instruments.

(Schultz and Slevin (1979) p 14)

I förhållande till denna rekommendation har jag inte gått in för någon vidareutveckling av de matematiska modellerna och ej heller för en fokusering bland tidigare studerade implementeringsfaktorer. Med utgångspunkt från de bestående problemen i samband schemamodellens massimplementering fokuseras istället generella kognitiva betingelser för en formell modells användning.

10 PIAGETS TEORI

10.1 INLEDNING

Vid analyserna av schemamodellens användning har hänvisningar gjorts till en kognitivt inriktad tolkning av det empiriska materialet. I detta kapitel presenteras Jean Piagets arbete som teoretisk grund för en sådan tolkning. Piagets arbete utgör en vare sig uppenbar eller lättillgänglig teoretisk ram för tolkningen av en datorbaserad planeringsmodells användning. Piaget lade grunden till sin omfattande teori innan datorerna var konstruerade och teorin har heller inte någon explicit koppling till datoranvändning. Utveckling och forskning kring datorer och deras användning har genomgående saknat kopplingar till Piagets teori. Programmeringsspråket LOGO är, såvitt mig bekant, det enda exemplet på en datoranknuten utveckling, som baserats på Piagets tankar, se Papert (1980).

I fortsättningen kommer jag inte att gå närmare in på den omfattande litteraturen som sammanfattar, tolkar och kritiserar Piagets teori, se exempelvis genomgången av Piaget-kritik i Broughton (1981a,b,c,d,e), Vuyk (1981) och Modgil and Modgil (1982). Jag kommer ej heller att diskutera Piagets teori i förhållande till andra teoriänsatser inom exempelvis psykologiområdet. Dessa avgränsningar motiveras av att det primärt är de utifrån schemamodellen genererade metodfrågorna som ska besvaras, inte alla frågor som har ställas, och fortlöpande ställs, i förlängningen av Piagets grundläggande arbete. Efter en kort inledande presentation av Piagets vittomfattande forskning tar jag upp de aspekter av Piagets genetiska epistemologi och strukturalism, som är av primärt intresse i det aktuella sammanhanget.

10.2 OM PIAGETS TEORIUTVECKLING

Hans Furth har tecknat Piagets minne på ett sätt, som i koncentrerad form markerar det unika och kontroversiella i Piagets teoriutveckling.

In Menoriam

Jean Piaget

August 9, 1896 - September 16, 1980

A man of singular purpose and great vision
 Who dared to bring down to earth
 what philosophers had kept in the clouds,
 Who humanized a barren psychology
 that had the illusion it could function whithout
 a philosophical framework.
 An innate rationalist to some psychologists,
 A biological experimenter to most philosophers,
 An idealist to dialectic thinkers,
 A relativist to positivists,
 He has single-handedly shown a way
 To bridge the baneful split
 Between knowing and acting
 Between subject and object
 Between heredity and environment
 By establishing the science of genetic epistemology:
 He has given empirical substance to the
 theory of knowledge
 Through observing its development in infants
 and children
 And confirmed Kant's a priori
 By rooting it in biology
 But putting it at the end, not at the beginning
 of the evolutionary history.

Hans Furth

(Human Development, Vol 24, No 2, (1981), p 77)

Enligt Furths minnesteckning framgår att Piagets arbete inte bara berör, utan även på ett särpräglad sätt 'möblerar om' inom och mellan, ett flertal traditionella dicipliner. Denna vida tvärvetenskaplighet är inget självändamål utan en konsekvens av de frågor, som bildar utgångspunkt för Piagets arbete. Detta förhållande uttrycker Piaget själv på följande sätt:

I fear I have given the impression of a man who has touched many fields. But in fact, I have followed a single goal that has remained always the same: to try to understand and explain what a living development is in all its perpetual construction and novelty and its progressive adaption to reality.

(Rotman (1977), p 8)

Sin särart till trots har Piaget inte utformat någon dogmatisk eller sluten tankevärld dit bara 'rätttrogna anhängare' äga tillträde. I flera fall har han inbjudit sina kritiker till regelrätt samarbete för att man ska kunna bearbeta de frågor där oenighet råder, jfr Beth and Piaget (1966) pp XI-XII. Denna öppna inställning speglas också av Piagets uttalande: "I den mån det finns Piagetaner, i samma mån har jag misslyckats.",

Elkind (1976), p 32. Piagets ständiga strävan att omforma, ifrågasätta och gå vidare i sin forskning innebar att han levde som han lärde. En kärnpunkt i hans teori är nämligen individens fortlöpande kunskapsutveckling via ett aktivt interagerande med omvärlden och med sin befintliga kunskap.

Piaget klassificeras ibland som barnpsykolog i populariserade presentationer av den genetiska epistemologin. I ett sådant perspektiv kan min tolkning och tillämpning av Piagets tankegångar te sig som en utvidgning/övertolkning av teorin. Jag finner det därför angeläget, att försöka referera Piagets arbete på ett sådant sätt, att min teoritillämpning inte ger intryck av att vara baserad på en 'förvuxen barnpsykologi'. Jag anser nämligen att teorin i princip täcker fallet med en planerares kognitiva utveckling i samband med införandet av en datorbaserad planeringsmodell.

10.2.1 Att läsa Piaget

Inom var och en av Furths karaktäriseringspunkter ovan har Piaget, ibland tillsammans med sina medarbetare, publicerat digra volymer och en stor mängd artiklar. I förordet till en hyllningsskrift inför Piagets 80-årsdag anger redaktörerna att jubileumsens egen produktion omfattar cirka 1500 titlar, Varma and Williams (1976). Enligt Elkind (1978) har Piaget skrivit över 25.000 boksidor.

Teorins omfattning gör att jag inte försöker ge någon heltäckande sammanfattning av Piagets teoribyggnad. En seriös och representativ sammanfattning av Piagets tankar måste med nödvändighet anta bokformat. Detta förhållande har bl a omvittnats av John Flavell. Som utvecklingspsykolog av facket ämnade Flavell i början av 1960-talet skriva en lärobok där han kapitelvis skulle ta upp olika utvecklingspsykologiska teorier. Arbetet på det tilltänkta kapitlet om Piagets utvecklingspsykologi spolierade dock den planerade uppläggningsen. Enbart sammanfattningen av Piagets utvecklingspsykologi blev nämligen en egen 450-sidig bok, Flavell (1963).

Ibland kan Piagets texter ge ett intryck av att han skrev mera för att formulera egna nya tankar än för att servera läsaren en 'färdig' teoretisk produkt. Till följd av en fortlöpande revidering och utveckling av sin teori ger Piaget inte alltid entydiga eller bestående definitioner av sin omfattande begreppsapparat.

Enligt Vuyk (1981) föranleder Piagets franska originaltexter stora översättningsproblem. Icke fransktalande Piaget-kritiker löper därför risk att grunda en missriktad kritik på bristande översättningar. Min egen ringa förtrogenhet med franska språket har gjort att jag enbart kunnat ta del av Piagets texter i svensk och engelsk översättning. Eftersom jag inte avser att värdera styrkan i, diskutera nyanser av eller göra alternativa tolkningar inom Piagets teori, så anser jag att översättningsfrågan inte kräver speciell uppmärksamhet i fortsättningen. De

centrala huvudtankar jag kommer att utnyttja hos Piaget har tidigare refererats av ett flertal Piaget-tolkare på basis av de franska originaltexterna, exempelvis Vuyk (1981).

Frånsett sin omfattning, inriktning och innehåll är Piagets texter som regel även rent stilistiskt svårlästa. Piagets publicerade föreläsningar vid Columbia University har jag funnit vara ett undantag från denna regel, Piaget (1971). Angående Piagets skrivsätt anser Margaret Boden att: "Piaget's prose style is hard to defend: he will win no prize for clarity, brevity or wit.", Boden (1979) p 23. Piaget har själv gett följande råd till dem, som finner hans teori svårtillgänglig: "Let them read it.", Furth (1969), p xlii. För egen del har jag också funnit det vara nödvändigt, att brottas med Piagets egna texter för att få en tillämpbar grunduppfattning om teorins bärande tankegångar.

10.2.2 Teorins förankring och utveckling

Piagets mer än halvsekelånga forskningsinsats finns dokumenterad i ett antal biografiska redogörelser, se exempelvis Piaget (1969), (1972a), Ginsburg and Oppen (1969), Lunzer (1976), Elkind (1976), Boden (1979). Eftersom teorins grundtankar är nära kopplade till Piagets egen utveckling, så ska några forskningsbiografiskt centrala moment nämnas.

Piaget grundlade sin särpräglade forskningsprofil redan i ungdomsåren. Under skoltiden visade han ett specialintresse för biologi och var bl a medhjälpare på ett naturhistoriskt museum. Som elvaåring fick han sin första artikel publicerad, den handlade om en albinosparv. Vid 22 års ålder disputerade han på en avhandling om alpina mollusker. Under sin ungdom hann han även med att tackla en rad djuplodande frågeställningar, vilka ledde långt utanför biologin.

Piagets humanistiskt bildade gudfader ansåg att ynglingens naturvetenskapliga specialisering gav en alltför ensidig bildning. Han föreslog därför läsning av Henri Bergsons filosofi. Detta blev för Piaget upptakten på ett under flera år intensiv studium av en rad författare inom ämnen som filosofi, sociologi, matematik, logik och psykologi. Härvid genererade Piaget en rad egna tankar och problem, bl a om förhållandet mellan filosofi, vetenskap och religion. Han hade exempelvis långtgående tankar om att filosofin skulle kunna sammanjämka vetenskap och religion. Efter ett uppgivet försök till formulering av en egen filosofi om "livets logik" kom han fram till, att den filosofiska spekulationen inte kan hantera den för honom väsentliga dualismen mellan livets inneboende naturnödvändighet och matematikens logik.

Piagets mentala anspänning under sina avancerade ungdomsstudier krävde en längre tids rehabilitering på en kurort i alperna. Under denna återhämningsperiod skrev han en roman om en ynglings intellektuella kris. Härigenom kom han ur sin egen kris och formulerade därtill grunden för sin kommande forskningsin-

riktning. Om denna uppgörelse med sig själv och sina tankar säger han följande ett halvt sekel senare under rubriken "An Account of and Analysis of a Disenchantment":

I had arrived at two ideas central for my point of view, moreover, I have never given up. The first is that since every organism has a permanent structure, which can be modified under the influence of the environment but is never destroyed as a structured whole, all knowledge is always assimilation of a datum external to the subject's structure.

.....

The second is that the normative factors of thought correspond biologically to a necessity of equilibrium by selv-regulation: thus logic would in the subject correspond to a process of equilibrium.

(Piaget (1972a), p 8)

Samtidigt som Piaget hade en allt starkare känsla av att "...an idea is only an idea and a fact is only a fact.", Piaget (1972a) p 8, så började han fundera över relationerna mellan kunskap och organiskt liv. För att kunna utforska dessa relationer fann han behov av att studera experimentell psykologi. Därmed hade han kommit in på den forskarbana han sedan ägnade hela sitt återstående liv.

10.2.3 Teorins inriktning

Inom forskningsområdet 'kunskap' har Piaget inte gjort någon avgränsning till den för biologen närliggande frågan om hur organismen/individens utnyttjar kunskap i sin miljöanpassning. Han har heller inte avgränsat sig till kunskapsfilosofiska spörsmål om hur kunskap är möjlig och vilken kunskap vi kan ha. Ej heller råder någon avgränsning till uteslutande psykologiska aspekter på individens kunskapsutveckling. Piagets forskningsinriktning innebär däremot en fokusering på paralleller, motsättningar och relationer mellan 'kunskaper' enligt dessa tidigare mer traditionella ansatser inom 'kunskapsområdet'. Den teori han utvecklade fick namnet genetisk epistemologin. Genetisk används här inte i betydelsen ärftlig. Genetisk betecknar istället ursprung och utveckling i enlighet med grekiskans genesis. Det är således kunskapens uppkomst, utveckling och användningsmönster i ett brett tvärvetenskapligt sammanhang, som utgör Piagets forskningsfält. I detta perspektiv blev det naturligt, att studera barns kunskap och kognitiva utveckling. Angående det barnpsykologiska inslaget i Piagets studier ska noteras, att barnstudierna initialt var planerade som inledande moment i ett mera generellt epistemologiskt sammanhang. Trots att stuiet av barns tänkande kom att engagera Piaget under decennierna ville han dock inte beteckna sig själv som barnpsykolog utan hävdade konsekvent sin epistemologiska forskningsinriktning.

Det bör poängteras att den genetiska epistemologin inte behandlar teleologiska frågor av typ VARIFRÅN, VARFÖR eller VARTHÄN då det gäller kunskapens yttersta syften. Piagets arbete innebär däremot en långtgående kartläggning av mönster om HUR kunskap genereras i samband med individens normala och icke patologiska utveckling.

Trots sin biologiska intresseinriktning har Piaget inte formulerat sin teori i fysiologiska termer, detta därför att

... näppeligen kan neurofysiologin någonsin förklara varför två och två är fyra eller varför deduktionens lagar gör sig gällande i medvetandet med absolut nödvändighet.

(Piaget (1971a) p 17)

Med stöd av strukturbegreppet, som behandlas närmare i avsnitt 10.4, har Piaget, mot bakgrund av ett omfattande empiriskt material av observationer och underfundiga experiment, formulerat en teori om regelmässigheter i individens kognitiva utveckling och kunskapsgenerering. Den empiriska förankringen är en av den genetiska epistemologins hörnstenar.

Piagets teoriutveckling kan på det utvecklingspsykologiska området beskrivas enligt följande tre huvudfaser, jfr Hunt (1969). Under 1920-talet studerade Piaget förskolebarns språk och tänkande, deras slutledningsförmåga, begreppsbildning och uppfattning av fysisk kausalitet samt deras moraliska bedömningar. Under en andra fas på 1930-talet bedrev Piaget bl a longitudinella studier av sina egna tre barns kognitiva utveckling och efter spädbarnsstadiet. En sammanfattning av empiriska erfarenheter och teoretiska slutsatser presenterades 1947 i "La psychologie de l'intelligence". Denna bok, Piaget (1971a), som jag en dag impulsköpte vid en rundvandring i bokhandeln blev min inkörsport till den genetiska epistemologin.

Under en tredje forskningsfas genomförde Piaget, på sitt forskningsinstitut i Geneve och tillsammans med en rad medarbetare, ett omfattande arbete med att pröva, fördjupa och vidga teorin om intelligensens utvecklingsmönster, speciellt det logiska tänkandets utveckling. Bland den stora mängden skrifter om denna forskning kan nämnas "The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence", Inhelder and Piaget (1958).

Utöver några jämförelsevis korta sammanfattningar på temat genetisk epistemologi, Piaget (1970), (1975), (1977), har Piaget även givit ut en rad andra verk. Några boktitlar får här antyda grunden till att Boden (1979) betecknar Piaget som "Polymath" och att Vuyk (1981) rubricerar honom som "A One-Man Interdisciplinary Team".

Den redan under 1920-talet väckta frågan om biologi och kunskap behandlar Piaget i boken "Biology and Knowledge", Piaget (1971b). Den ävenledes under ungdomsåren aktualiserade frågan om relationerna mellan vetenskap och filosofi ägnas en separat volym med den utmanande titeln "Insights and Illusions of Philosophy", Piaget (1972a). I boken "Strukturalism" definierar och diskuterar Piaget det centrala begreppet struktur, Piaget

(1972b). Piagets tvärvetenskapliga forskningsinriktningen kommer till uttryck i "Main Trends in Interdisciplinary Research", Piaget (1973). I "Sociologiska förklaringar" använder Piaget sin strukturalistiska ansats vid tolkningen av sociala mönsters utveckling, Piaget (1974).

Senare decenniernas pedagogiska debatt med åtföljande skolreformer har i icke oväsentlig grad inspirerats av Piagets arbete, jfr exempelvis Schwebel och Raph (1973). Utöver alla skrifter om sina teoretiska och grundläggande studier av intelligensens utveckling har Piaget även hunnit med att skriva om sin teoris pedagogiska konsekvenser, "Psykologi och undervisning", Piaget (1972c). Skolans framtid i ett internationellt perspektiv diskuteras i "Framtidens skola. Att förstå är att upptäcka", Piaget (1976).

I Piagets skrifter kan urskiljas ett slags 'minsta gemensam nämnare' av epistemologisk/strukturalistisk natur. Inför utnyttjandet av de bärande tankarna i denna 'nämnare' ska jag i nästa avsnitt återge några centrala teser i den genetiska epistemologin. Därefter refereras grundtankarna i Piagets konstruktivistiska strukturalism, dvs den metodmässiga orientering enligt vilken Piaget angrep och diskuterade sina forskningsproblem.

10.3 GENETISK EPISTEMOLOGI - NÅGRA CENTRALA TESER

I följande citat har Piaget markerat den genetiska epistemologins inriktning och ambitioner.

Genetic epistemology, then, aims to study the origin of the various kinds of knowledge, starting with their most elementary forms, and to follow their development to later levels up to and including scientific thought.

(Piaget (1977) p 15)

Rita Vuyk har i sin översikt av Piagets arbete noterat att

The goal of genetic epistemology is to link the validity of knowledge to the model of its construction."

(Vuyk (1981), p 26.)

Utifrån Vuyks formulering förknippas kunskapens giltighet med intellektuell prestationsförmåga i olika sammanhang. Kunskapens konstruktion är däremot inte på motsvarande sätt observerbar. En modell av kunskapens konstruktionen avbildar latent strukturer. Piagets omfattande observationer av, och experiment med, den intellektuella prestationsförmågan har utgjort en viktig empirisk grund för formuleringen av sådana modeller.

Sammanlänkningen av kunskapens giltighet med en modell för dess konstruktion utgör i sig en konstruktion, en konstruktion som Piaget ständigt byggde vidare på. I anslutning till den konstruktivistiska strukturalismen återkommer jag senare till nå-

gra övergripande metod aspekter angående Piagets teoriskapande och hans arbetsmetod. Här ska jag nu närmast relatera några centrala teser i Piagets modell för kunskapens konstruktion, speciellt utvecklingen av vårt abstrakta tänkande. Jag berör härvid inte den genetiska epistemologins biologiska anknytningar eller dess resonemang om den vetenskapliga kunskapens historiska utveckling. Framställningen kommer endast att ta upp ett fåtal av de begrepp, som Piaget har infört i sina teoretiska diskussioner. Nyckelbegreppen har delvis valts med tanke på teorins tillämpning då det gäller kognitiva aspekter på utnyttjandet av en formell planeringsmodell.

Jag finner det väsentligt, att här klargöra tre varandra inte uteslutande eller oberoende slag av kunskap, som kan urskiljas i den genetiska epistemologin. Ett sådant klargörande kan även motiveras av att jag anser att en del Piaget-kritiker har fel-tolkat/övertolkat teorins utsagor kring dessa tre slag av kunskap. I flertalet av de Piaget-tolkningar jag konsulterat har jag saknat en klar gränsdragning mellan vad jag här å ena sidan benämner kunskap TYP1 och å andra sidan rubricerar som kunskap TYP2 och TYP3. Nedanstående definitioner grundas på en sammanfattande fri tolkning av den genetiska epistemologins utsagor om individuell kunskapsutveckling.

TYP1: Kognitiv kompetens för utveckling och tilläpning av kunskap av TYP2 och TYP3.

TYP2: Kunskap genererad via reflektioner på basis av tidigare kunskap.

TYP3: Kunskap genererad via erfarenheter från interaktioner med omvärlden.

Utvecklingen av TYP1-kunskap har Piaget klarlagt via omfattande studier av barns intellektuella kompetens vid hanterandet av en rad olika problem och företeelser. Ett bland flera nu klassiska Piaget-experiment är följande.

En vätska hålls från ett bredare till till att smalare glas. Ett förskolebarn som observerar denna enkla manöver anser normalt att det smalare glaset innehåller mer vätska än vad det bredare glaset gjorde. Omvänt anser barnet att det blir mindre vätska när det bredare glaset återfylls. Det kan här anses anmärkningsvärt att barnet drar så totalt felaktiga slutsatser från ett enkelt och vardagligt fysikaliskt förlopp. Det mest anmärkningsvärda är dock att barnet inte kan fås att förstå den för vuxna intuitivt självklara "konserveringsprincipen" om olika former på en konstant vätskemängd (här bortses givetvis från de droppar som ytspänningen eventuellt kan hålla kvar i ett tomt glas).

I en rad olika experiment har Piaget visat att utvecklingen av TYP1-kunskap förlöper enligt regelmässiga mönster. Utvecklingen kan karaktäriseras i ett antal kompetensstadier fram till och med förmågan att i tonåren kunna förstå och föra abstrakta resonemang. En beskrivning av intelligensutvecklingen i olika stadier eller nivåer löper dock risk att ge en alltför statisk och aggregerad bild av ett uppenbart kontinuerligt förlopp.

Stadieindelningen är ej heller något självändamål i den genetiska epistemologin och Piaget efterstärker exempelvis inte en åldersfixering av de olika stadierna. Teorin har däremot en central tes som säger att intelligensens kompetensutveckling förlöper i den ordningsföljd stadierna anger.

Trots att Piaget själv markerat ett klart ointresse för en fokusering på stadiediskussionen, jfr Vuyk (1981) p 190, så har just stadierna ofta gjorts till en mall för introducerande och översiktliga presentationer av Piagets teori angående intelligensens utveckling, jfr exempelvis Ginsburg and Oppen (1969) eller Beard (1973). För att inte ytterligare underblåsa stadiexfixeringen har jag valt att här avstå från en stadiegenomgång. Utan detaljredovisning eller ingående exempel poängteras istället några grundläggande drag i intelligensens kompetensutveckling fram till och med 'vuxen kompetens'. Efter denna översikt kommenteras TYP2- och TYP3-kunskap.

Enligt Piaget är det naturliga rytmer och reflexer som är drivkraften för det nyfödda barnets sensori-motoriska aktiviteter. Via dessa aktiviteter blir barnet efterhand medvetet om sin egen och omgivningens existens. Till att börja med är barnet endast medvetet om objekt som är direkt och omedelbart observerbara. Efterhand vidgas medvetandet till att även gälla bekanta objekt som tillfälligtvis inte kan observeras. Barnet saknar dock den vuxnes förmåga att mentalt hantera objekt som aldrig observerats eller som rent av inte existerar. Först i tonåren har individen förmåga att genomföra formella resonemang och ha reversibla tankar om exempelvis en möjlig händelseutveckling.

En av den genetiska epistemologins centrala teser innebär att barnets successivt utvecklade kognitiva förmågan baseras på individens egen praktiska handlingserfarenhet och inte på ärftliga faktorer eller på någon automatisk mognadsprocess. Till att börja med ger det aktiva handlandet erfarenheter om de ting som är föremål för sensori-motorisk aktivitet. Detta är bara en av tre huvudkategorier av erfarenheter som Piaget förknippar med aktivt handlande under intelligensens utveckling. Den andra kategorin gäller erfarenheter via koordinerandet av egna handlingar relativt omgivningen. Detta slag av erfarenheter kan inte erhållas från aktiviteter som enbart riktas mot enskilda objekt. Att det exempelvis gör ont när stenen faller på tån framgår inte av separata undersökningsaktiviteter riktade mot tån och mot stenen. Den tredje kategorin gäller erfarenheter grundade på en mental koordinering av tidigare kunskap och erfarenhet. Ett sk aha-utrop kan ses som bekräftelse på en dylik koordinering. Enligt dessa tre aktivitetskategorier framgår att Piagets aktivitetsbegrepp har en vid omfattning. Vissa kritiker har också haft invändning i detta sammanhang, jfr exempelvis Jordan (1972).

Enligt en stadierelaterade utveckling har individen i tonårsåldern nått en nivå, som i Piagets termer karaktäriseras av "formella operationer". Piaget diskuterar inte explicit vuxnas kunskapsutveckling, men väl olika mönster och förlopp av det vetenskapliga tänkandet. Ett antal kritiker har här angripit Piagets teori. Med stöd av olika experiment har man hävdett, att

vuxna inte besitter en kognitiv kompetens motsvarande Piagets angivna slutnivån. Hundeide (1977) refererar sålunda en rad olika försök där vuxna inte klarat kombinations- och slutledningstester, som de enligt Piaget teori skulle kunna klara av. Hundeides slutsats blir därför ett starkt ifrågasättande, eller rent av ett förkastaende, av teorin. Efter närmare granskning menar jag dock att de relaterade försöken snarare bekräftar än motsäger teorin. Jag uppfattar nämligen inte Piagets markerade slutstadium med formella operationer som uttryck för att alla individer med garanti direkt ska kunna lösa alla problem som kräver abstrakt/logiskt tänkande. Hundeide (1977) och exempelvis Shaklee (1979) formulerar sådana garantiklausuler i sina tolkningar av den genetiska epistemologins utsagor om individuell kunskapsutveckling.

Piaget var givetvis själv medveten om, att alla vuxna inte automatiskt kan hantera alla slags situationer där det ställs krav på formellt och logiskt tänkande. Han har också i en artikel formulerat sin egen principiella syn på "vuxenstadiet" i anslutning till sin utvecklingsteori, Piaget (1972d) (Hundeide refererar inte till denna artikel). Med fasthållande av sin teoris principiella innehåll formulerar Piaget tre hypoteser mot bakgrund av att vuxna ger intryck av att befinna sig på olika utvecklingsnivåer.

Den första hypotesen innebär att den kognitiva förmågan utvecklas olika snabbt hos olika individer. Skillnader i kulturell och social miljö kan vara tänkbara förklaringsgrunder. Den andra hypotesen inriktas mot att personer kan ha olika fallenhet för en tidig specialisering. I bl a utbildningssammanhang kan detta leda till att kraven på formellt tänkande varierar. Den tredje, och enligt Piaget själv "...in the present state of knowledge", p 9, mest trovärda hypotesen har följande innebörd.

I takt med individens yrkes- och intresseinriktning blir de formella operationernas utveckling knuten till olika specialområden. Till följd härav blir den praktiska gestaltningen av de formella operationerna områdesspecifik. Utnyttjandet av formella operationer kan därför inte väntas ske likartat i alla sammanhang. Hundeides relaterade testresultat utgör ett klart stöd för Piagets tredje hypotes. Enligt de anförda testerna var det just personlig förtrogenhet med testuppgiftens art och gestaltning, som tillmättes en avgörande betydelse för testpersonernas förmåga att kunna lösa olika uppgifter. Här kan också noteras den i allmänhet ovana problemmiljön, som varje laboratorietestad person försätts i, jfr diskussionen om ekologisk validitet vid psykologiska experiment enligt Neisser (1978) p 36.

I artikeln där Piaget formulerar sin tredje hypotes sägs att fortsatt forskning får avgöra hypotesens hållbarhet. Utan att här genomföra eller diskutera en sådan hypotesprövning anser jag att hypotesen styrks av de nämnda försöksresultaten, som alltså var ämnade som bevis mot stadietutvecklingen i den genetiska epistemologin. Vid prövning av Piagets tredje hypotes redovisar Sinnott (1975) resultat, som klart stöder hypotesen. Hur förhåller sig då den tredje hypotesen till den generella utvecklingstanken i Piagets teori? Jag anser att man på ett typiskt Piaget-maner kan förena teorins generella utvecklings-

intentioner med de anförda testresultaten på basis av en preciserad teoritolkning i anslutning till de ovan definierade kunskapstyperna. Denna tolkning bygger på ett särskiljande av explicit och implicit TYP1-kompetens och innebär i korthet följande.

Piagets markering av det abstrakta tänkandets utvecklingsnivåer avser i första hand nivåer där individen har en generell implicit kompetens att kunna tillägna sig och kunna utnyttja kunskap av TYP2 och TYP3. Den explicita kunskapskompetensen såsom den kommer till uttryck i direkt kunskapsstyrda handlingar (exempelvis lösning av testproblem) är knuten till individens erfarenhetsmiljö. Enligt den genetiska epistemologin är TYP2- och TYP3-kunskap nödvändig för utvecklingen av såväl den explicita som den implicita TYP1-kompetensen. Å andra sidan förutsätts TYP1-kunskap för utnyttjandet av TYP2- och TYP3-kunskap. Här tecknar sig ett komplext mönster av samband mellan de olika kunskapstyperna. Utan ambition att försöka klarlägga detta komplex ska jag illustrera dess natur via Piagets tes om att vi inte upptäcker utan aktivt konstruerar de logiskt/matematiska tankereglerna. Efter detta exempel tar jag upp de i detta sammanhang aktuella nyckelbegreppen *assimilation*, *ackommodation* och *jämvikt*.

Konstruktionen av de logiskt/matematiska tankereglerna är, väl att märka, inte någon efterhandskonstruktion i form av en bevisföring som givet vissa förutsättningar leder till vissa tvingande regler. Det av Piaget i flera sammanhang anförda exemplet om vårt förhållande till de naturliga talen (1, 2, 3, ...) är här belysande.

Piaget har funnit att kunskapen om de naturliga talens innebörd grundas på individens praktiska handlingserfarenheter från experimenterande med mängd- och ordningsrelationer på fysiska objekt, exempelvis grupperande och sorterande av stenar. Med citerade uttalanden från Leopold Kronecker (tysk 1800-talsmatematiker) och Bertrand Russell markerar Piaget särarten i sin ansats till förklaring av de naturliga talen. Enligt Kronecker är de naturliga talen en gudagåva. Enligt Russell kan de naturliga talen härdelas med hjälp av enbart mängdrelationer (alla mängder med två element definierar talet 2 osv).

I förhållande till Kronecker har Piaget inte baserat sina undersökningar på något explicit filosofiska grundantagande. Relativt Russell har Piaget funnit att de statiska mängdrelationerna måste kompletteras med aktivt upplevda experiment med ordningsrelationer för att vi ska kunna tillägna oss de naturliga talens principer. Detta innebär nu inte att Piaget tar avstånd från logik och matematisk teori i sig eller att han ersätter filosofi med empiriska observationer. Piaget markerar istället den väsentliga skillnaden mellan å ena sidan konstruerandet av en formell modell i matematiskt/logiska termer och å andra sidan konstruktionen av den kognitiva kompetens som krävs för förståelsen av den formella modellen. Förbiseenden ifråga om dessa skillnader tas senare upp i samband med schemamodellens användning.

I Piagets teori betecknar det centrala begreppet "schema" vad som även kan rubriceras som tankestruktur. Förståelsen av exempelvis de naturliga talen motsvaras av ett "schema". Eftersom schemabegreppet redan har en inmutad betydelse i denna rapport så kommer Piagets schemabegrepp att skrivas med anföringstecken. Utvecklingen av "schema" diskuterar Piaget via sina nyckelbegrepp assimilation och ackommodation.

Assimilation innebär att ny information, nya erfarenheter, införlivas med ett "schema". Tre huvudfall kan urskiljas när individen möter nya företeelser. Om en företeelse är alltför främmande i förhållande till ett befintligt "schema", så lämnas nyheten obeaktad. Vi kan helt enkelt inte förstå mer än vad som täcks av vår kognitiva kompetens. Om den nya företeelsen däremot är i linje med tidigare assimilerade erfarenheter, så införlivas den med och förstärker det befintliga "schemat". Det tredje huvudfallet representerar ett mellanläge relativt de två föregående fallen. "Schemat" möjliggör här endast ett delvis 'accepterande' av den nya företeelsen. I Piagets termer leder detta till en ackommodation, som innebär en förändring, utveckling och anpassning av "schemat" enligt den nya företeelsens krav.

Genom assimilering blir objekt i omvärlden kända och meningsfulla för individen. Assimileringen kan även avse ett berikande av ett "schema" genom koordinering av befintliga "scheman", exempelvis öga-hand-koordinering. Vidare kan assimilationen föranleda en ackommodation vars effekter blir en differentiering i "subscheman", exempelvis urskiljande av specialfall bland likartade företeelser. Via fortlöpande assimileringar kan "subscheman" integreras på en högre nivå, olikartade fall inordnas i ett gemensamt förklaringsmönster.

Den genetiska epistemologin diskuterar en jämvikt mellan assimilation och ackommodation. Enligt Vuyk (1981) rör det sig om jämvikten mellan "schemans" förändring och permanens samt mellan deras differentiering och integrering. Det är inte något statiskt jämviktläge som är av primärt teoretiskt intresse. Såvitt jag förstått är det ej heller enbart en strävan mot jämviktslägen som betonas. För att utvecklingen ska fortgå är det även väsentligt med en strävan från jämviktslägen. Genom de dynamiska jämviktssambanden mellan assimilation och ackommodation utvecklar individen TYP2- och TYP3-kunskap. Mot bakgrund av denna utvecklings omfattning och inriktning förvärvar individen en implicit kognitiv kompetens. Utvecklingens miljöförankring avgör den explicita kognitiva kompetensen.

10.4 OM KONSTRUKTIVISTISK STRUKTURALISM

I Piagets teori utgör "struktur" och "strukkturalism" centrala begrepp. Som Piaget själv påpekar har strukturalismen en lång historia i vetenskapliga sammanhang. Det föreligger också en rad mer eller mindre särskiljande uppfattningar om vad strukturalism innebär. Utan att ta upp struktur och strukturalism utifrån allmänna filosofiska eller vetenskapsteoretiska ut-

gångspunkter ska jag kortfattat referera centrala inslag i den konstruktivistiska strukturalism Piaget formulerar och utnyttjar sig av. Även inom ramen för Piagets strukturalism görs avgränsningar. Genomgången knyts nämligen primärt till den föregående presentationen av den genetiska epistemologin.

I inledningen av boken "Strukturalism" gör Piaget följande precisering av begreppet struktur.

En struktur är, som en första approximation, ett system av transformationer, som i sin egenskap av system (i motsats till en summa av element) inbegriper lagar, ett system som bevarar och berikar sig självt just genom sina transformationers rörelse utan att dessa överskrider sina egna gränser eller vädjar till främmande element. Utmärkande för en struktur är således de tre egenskaperna totalitet, transformationer och självreglering.

(Piaget (1972b) p 18)

I den citerade boken diskuterar Piaget matematiska och logiska strukturer, fysiska och biologiska strukturer, psykologiska strukturer, lingvistiska strukturer, strukturalistisk samhällsvetenskap samt strukturalism i förhållande till filosofi.

Strukturalismen är enligt Piaget en forskningsmetod och ej en filosofisk eller annan slags dogm.

Strukturalismen är väsentligen en metod med allt vad denna term innebär: inriktning på tekniker, förpliktelser, intellektuell hederlighet och ett sätt att uppfatta framsteg i termer av ett successivt närmande till sanningen.

(Piaget (1972b) p 111)

Den strukturalistiska metodens primära syfte är att klarlägga en strukturs transformationsregler. Detta är dock inte liktydigt med enbart ett direkt observerande och konstaterande av hur ett studieobjekt agerar eller reagerar. I enligt med Joachim Israels inledning till Piagets bok om strukturalism avser dylika direkta observationer yttre egenskaper, sk strukturella egenskaper. Den strukturalistiska metoden handlar om att klarlägga inre egenskaper, sk strukturala egenskaper, eller i Piagets termer transformationernas regelverk. När Piaget fördjupar diskussionen om transformationer som systemelement och relationer mellan dessa element samt systemets smatidiga öppenhet och slutenhet, så aktualiseras ett brett spektrum av besvärliga frågor och potentiala möjligheter.

En struktur kan synas innebära en oförenlig kombination av slutenhet och öppenhet. Med hjälp av det matematiska grupp-begreppet ger Piaget en formell beskrivning av vad en sådan kombination kan innebära. Ett enkelt exempel med additions-transformationer illustrerar vad som avses. Addition av två naturliga tal ger, och kan endast ge, ett naturligt tal som transformationsresultat. Via integrering av den i sig slutna additionsstrukturen för naturliga tal med motsvarande struktur

för de negativa heltalen öppnas möjligheten för nya slag av transformationer. Ett positivt heltal adderat till ett negativt heltal kan resultera i såväl ett positivt som ett negativt heltal. Denna nya transformationsmöjlighet innebär inte att de tidigare transformationernas slutenhet har sprängts. Det är integreringsen av de i sig slutna transformationsreglerna som gett strukturen nya transformationsmönster.

Konstruktionen av "schema" sker via transformationer. Regelmässigheten i dessa transformationer ser Piaget som ett tredje alternativ till en absolut preformation (på förhand givet) och ett fritt uppfinnande av logiskt tänkande.

System av konstruerande transformationsregler är således en 'grundbult' i Piagets teori och forskning. Accepterandet av en sådan principiell forskningsansats får inte likställas med direkt insikt om strukturers innebörder och yttringar inom olika områden. Vidare påpekar Piaget att en formaliserad framställning av en struktur är teoretiskens verk. Strukturen är i sig oberoende av forskarens dokumentering.

Föreställningen om system av successivt konstruerande transformationer leder lätt till frågor om sådana systems ursprung och slutmål. Piaget försöker inte ge forskningsbaserade svar på dylika frågor. Strukturalismen är primärt en metod för forskning och inte en mall för filosofisk spekulatión.

Och varför skulle det vara orimligt att anta att det verkligas yttersta natur snarare måste uppfattas som en fortlöpande uppbyggandsprocess än som en anhopning av redan färdigutvecklade strukturer?

(Piaget (1972b) p 62)

Piaget markerar en klar inställning då det gäller strukturernas öppenhet ifråga om framtida utvecklingsmöjligheter. Denna öppenhet gäller även för de grundläggande inslagen i den genetiska epistemologins transformationsregler. En generellt viktig aspekt av denna öppenhet för framtida konstruktionsmöjligheter förtjänar ett omnämnande. Det gäller en forskningsmetodologisk aspekt av paradigmkaraktär.

I inledningskapitlet refererade jag min resultatlösa 'paradigm-jakt', vilken utgick från föreställningen att ett paradigm har något slag av pyramidliknande form och en paraplyliknande funktion vid avgränsning och legitimering av forskarens verksamhetsfält. Piagets konstruktivistiska strukturalism erbjuder ett radikalt alternativ till ett sådant 'skyddsparadigm'. Enligt Piaget bör nämligen pyramiden ställas på sin spets för att markera en öppenhet mot teoretisk vidareutveckling. Den upp och nedvända pyramiden bör sedan ersättas med en koniskt expanderande utvecklingspiral där den uppåtgående rörelsen symboliserar fortlöpande konstruktion. Med hänvisning till Gödels arbete menar Piaget, att en vetenskaplig teori inte kan bevisas eller göras komplett genom analys av dess förutsättningar och antaganden. Det krävs istället en vidareföring av teorin till en högre nivå - konstruktionen av den följande teorin!

Såvitt ja förstått är det den konstruktivistiska betoningen som är utmärkande för Piagets strukturalism. I den genetiska epistemologin har Piaget formulerat en teori angående de konstruktivistiska huvudlinjerna i individens kognitiva utveckling, utvecklingen av "schema". I denna utveckling tillmäts individens eget aktiva deltagande en avgörande roll. De sista meningarna i boken "Strukturalism" betonar detta förhållande. Samtidigt markerar Piaget ånyo att strukturalismen inte kan fungera som en filosofi frikopplad från de praktiska, fysikaliska, biologiska, individuella eller sociala förhållanden enligt vilka, och i vilka, strukturerna verkar och utvecklas.

När man skiljer strukturerna från deras ursprung blir resultatet att man i bästa fall når fram till strukturer i formella väsen, såvida de inte helt enkelt stannar på den verbala nivån. När man åter knyter an till ursprunget återupprättar man samtidigt de oupplösliga band som förenar strukturen med den genetiska eller historiska konstruktivismen och med subjektets aktiviteter.

(Piaget (1972b) p 117)

I nästa kapitel precisera en tolkning av den genetiska epistemologin med speciell inriktning på de kognitiva strukturernas utveckling och konstruktion i samband med utnyttjandet av en formell planeringsmodell.

11 KOGNITIVA BETINGELSER FÖR MODELLANVÄNDNING

11.1 INLEDNING

I detta kapitel utnyttjas Piagets genetiska epistemologi som teoretisk bas för en diskussion av kognitiva betingelser för modell användning. Först behandlas principiella aspekter på utveckling och användning av abstraktioner i anslutning till planering av en organisations verksamhet. Därefter görs en kognitivt inriktad tolkning av schemamodellens implementering. Denna teoretiska tolkning belyses med hjälp av brukarundersökningens enkätsvar och kundstatistiken. Avslutningsvis skisseras en nyansering av inledningskapitlets problemprecisering angående separering och integrering av planeringsaspekter vid modell användning, jfr figur 1.1.

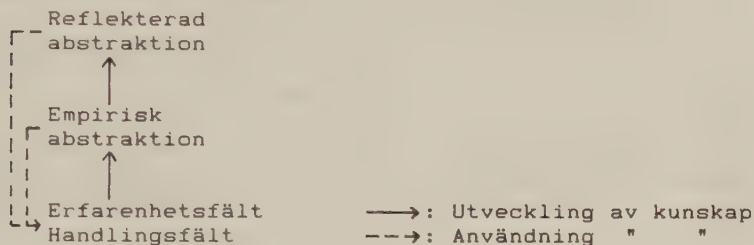
11.2 ABSTRAKTIONER OCH FORMALISM

En datorbaserad planeringsmodell, exempelvis schemaläggningsmodellen, har som formell konstruktion, dvs som form, ingen organisatorisk förankring. För att en sådan modells form ska kunna utnyttjas på ett praktiskt meningsfullt sätt krävs att en planerare formaliserar organisationens planeringsproblem. I anslutning till de i föregående kapitel diskuterade kunskapsstyperna ska jag ta upp en sådan formaliserings kognitiva betingelser. Efter en precisering av vad jag rubricerar som abstraktionernas kognitiva cykel ger jag några korta illustrations-exempel på situationer där en formalisering förelegat, men på grund av saknade abstraktioner inte kunnat utnyttjas. Bland exemplen ingår det i inledningskapitlet relaterade plattsekvensproblemet med den tabellkonstruerande förmannens 'märkliga' beteende.

11.2.1 Abstraktionernas kognitiva cykel

Enligt den genetiska epistemologin är aktiv handlingserfarenhet av avgörande betydelse för utvecklingen av "schema". Å andra sidan sker individens agerande inte oberoende av "schema". I den kognitiva kompetensens utveckling representerar relationerna aktivitet-"schema"-aktivitet en dynamisk konstruktiv cykel. Jag ska nu försöka illustrera denna dynamiska kognitiva utvecklingscykel med ett enkelt flödesdiagram. Ett sådant slag av illustration är här ingen självklarhet. Piagets egna verk inne-

håller inte dylika illustrationer. Enkla figurer kan också lätt inbjuda till förädliska överförenklingar. Införandet av illustrationer av 'box-och-pil'-typ motiverar jag med att detta är en traditionell beskrivningsform vid arbete med formella och datorbaserade modeller, dvs i det sammanhang som Piagets teori här ska tillämpas. Ett i sig synnerligen komplicerat förhållande illustreras nu på följande sätt.



Figur 11.1 Kognitiv utvecklingscykel

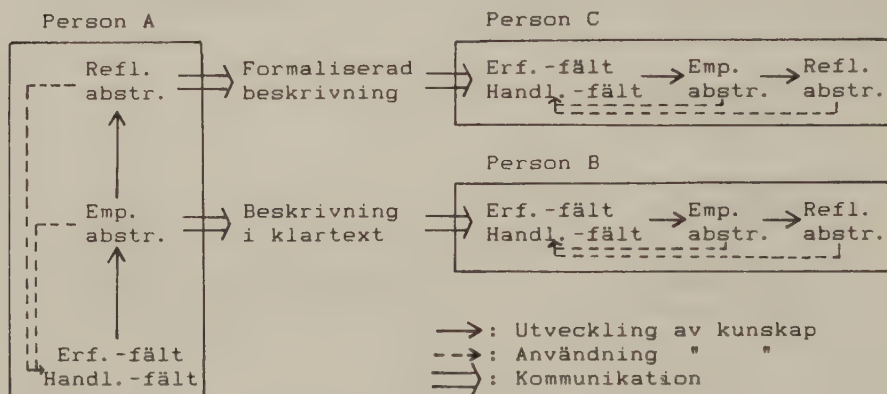
I figur 11.1 betecknar erfarenhetsfält individens i vid mening faktiska och praktiska miljö i vilken erfarenheter vinnes. En person som arbetar i en organisation vars verksamhet han ska planera, jfr figur 1.1, har organisationen som erfarenhetsfält. Handlingsfält anger den miljö eller det sammanhang där individens kunskap ska användas.

Reflekterade och empiriska abstraktioner, jfr Inhelder (1982) p 414, knyter an till föregående kapitelns diskussion av TYP2- och TYP3-kunskap. En empirisk abstraktion resulterar i objektkunskap, exempelvis planeringsrestriktioner av kapacitetskaraktär. En reflekterad abstraktion ger kunskap på basis av tidigare empiriska abstraktioner. Det kan exempelvis här handla om koordineringar av planeringskrav. Via en principdiskussion om en sammanlänkning av olika personers kognitiva utvecklingscykler ska jag nu argumentera för att en planerares erfarenhetsfält och handlingsfält inte kan/bör vara åtskilda vid exempelvis planering av en organisations verksamhet.

En empirisk abstraktion införlivas med ett "schema" via assimilation och ev ackommodation. Ett "schema" manifesteras av och genom individens aktiva handlande. Kunskapsstyrt handlande kan exempelvis resultera i en verbalisering av en verksamhets omfattning, inriktning och planeringsföretsättningar. På motsvarande sätt kan en reflekterad abstraktions genererade kunskap formuleras och presenteras. I det senare fallet kan det handla om formaliserad kunskap, exempelvis slutsatser dragna utifrån flera simultant gällande planeringskrav, ev med dokumentation i ett formellt språk.

En principiellt intressant fråga gäller kognitiva aspekter på förmedlingen av empiriska och reflekterade abstraktioner från en person till en annan. Frågan avser här inte praktisk kommunikationsteknik. Utan att förringa vikten av, eller svårigheten

terna med, att skriva och tala enkelt och begripligt utgår jag här från att kommunikationen rent tekniskt fungerar. En vidareutveckling av figur 11.1 med kommunikation mellan olika personers kognitiva utvecklingscykler får följande utformning.



Figur 11.2 Kommunikation mellan olika personers kognitiva utvecklingscykler

Enligt figur 11.2 kommer klartextbeskrivningen från person A att tillföras erfarenhetsfältet för person B. Den formaliserade beskrivningen från A tillförs erfarenhetsfältet för C. Det fortsatta resonemanget kräver inte att B och C är olika personer. De principiella förhållanden som ska poängteras framträder dock klarare med skilda personer som mottagare av de olika slagen av beskrivningar. En och samma beskrivning kan givetvis ha både formaliserade inslag och klartextinslag.

Eftersom B och C får beskrivningar som antas vara 'läsbara', så har de fått tillskott till sina erfarenhetsfält. I enlighet med principskissen i figur 11.1 bör de därför kunna utveckla empiriska och reflekterade abstraktioner utifrån dessa beskrivningar. En sådan utveckling är dock förknippad med några väsentliga kognitiva betingelser, detta speciellt ifråga om B's och C's agerande på sina handlingsfält.

Enligt min tolkning av den genetiska epistemologin måste B och C ha en implicit kognitiv kompetens motsvarande A's för att beskrivningarna ska ge meningsfull information. Givet en sådan kompetens kan B och C generera kunskap utifrån de erhållna beskrivningarna. Deras kunskap blir dock baserad på beskrivningarna och inte på A's erfarenhetsfält. Om B och C väsentligen inte delar A's erfarenhetsfält, så får de en speciell inriktning på sina handlingsmöjligheter. B kan agera på 'beskrivningsplanet' och C på det 'formella planet'.

B, och framför allt C, kan inte utan vidare agera på A's handlingsfält, dvs prestera en tillämpbar plan för den beskrivna verksamheten. B och C saknar nämligen explicit kognitiv kompetens

tens rörande den aktuella verksamheten. B kan däremot förmodas kunna omformulera och vidareföra den beskrivning han fått. I Piagets temer handlar det i så fall om verbalism. C, som fått ta del av A's långt utvecklade och formaliserade planeringskunskap, kan föra en planeringsdiskussion i formella termer utan empirisk/organisatorisk förankring eller tillämpning. Med återkoppling till preciseringen av studieobjektet i figur 1.1 innebär detta att C inte fyller den egentliga planerarrollen utan mera intar modellens funktioner i principsskissen.

Vi antar nu, att A och C har ett i stort sammanfallande organisationserfarenhet och att A, men inte C, har ägnat sig åt den aktuella planeringsproblematiken. C antas liksom tidigare ta över en formaliserad beskrivning från A. Enligt den genetiska epistemologin möter C fortfarande kognitiva hinder i sin planerarroll. Förklaringen är att C i detta senare fall inte själv aktivt har byggt upp ett "schema" för planering. Detta kan möjligen synas vara ett marginellt hinder utan praktisk betydelse. C har ju faktiskt kunskapens förutsättningar (implicit kognitiv kompetens och relevant erfarenhetsfält) samt har tagit del av den utvecklade kunskapen (via A's beskrivning). Eftersom C inte själv har genererat reflekterande abstraktioner, så måste han tillskrivas en brist i sin explicita kognitiva planeringskompetens. Till följd härav skulle man något tillspetsat kunna säga att C's 'planeringskompetens' utgörs av de erhållna dokumenten, och inte av C's planeringskunskap. Även de förträffligaste planeringsdokument är utan värde om de inte utnyttjas av en planerare med tillräcklig explicit kognitiv planeringskompetens.

En jämförelse av B's och C's möjliga planeringsroller enligt figur 11.2 visar att C erhåller den kognitivt mest utvecklade beskrivningen. Detta till trots bör B vara den av de två som i principiellt kognitivt hänseende är den bäst rustade planeraren. B måste nämligen själv utveckla de reflekterade abstraktionerna, visserligen dock utifrån en beskrivning av det egentliga erfarenhetsfältet. En jämförelse av de kognitiva planeringsbetingelserna för A, B och C visar att A, som alltså själv fullt ut genererar de abstraktioner som krävs, har den gedignaste explicita kognitiva planeringskompetensen.

Det hittills förda resonemanget kring figur 11.2 har enbart rört planering utan modellanvändning. Diskussionen kan lätt inkludera även en formell planeringsmodell. Härvid framträder följande principiella och kognitivt baserade riktlinjer för modellens användning.

Med anknytning till figur 11.2 kan C antas erhålla ett formaliserat planeringsmaterial i form av input till och output från en datorbaserad planeringsmodell. C står 'kognitivt famlande' inför planeringsuppgiften eftersom hans erfarenhetsfält avviker från det handlingsfält han tvingas in på som planerare. B skulle i modellsammanhang stå något bättre rustad än C eftersom B själv måste generera modellens formaliserade input. B's tolkning och användning av modelloutput torde dock vara kognitivt vanskelig. A bör ha det jämförelsevis bästa kognitiva läget för en modellanvändning. För A's del skulle den formaliserade be-

skrivningen kunna utgöras av modellinput. Output från modellen ger sedan underlag för A's återföring av planeringslösningar till sitt handlingsfält, dvs till organisationen.

Såväl A som B och C förutsätts ha samma principiella kognitiva utvecklingscykel, jfr figur 11.1. Icke desto mindre har de tre typpersonerna klart olika kognitiva betingelser för att kunna lösa en konkret planeringsuppgift. Denna kombination av principiella likheter och specifika skillnader kan förefalla vara svår att hantera rent forskningsmetodologiskt. Med en strukturalistisk forskningsansats blir en sådan kombination dock inte ett överordnat metodmässigt eller filosofiskt problem utan ett empiriskt baserat forskningsproblem, jfr kapitel 10 om konstruktivistisk strukturalism. Enligt diskussionen ovan framgår att de strukturala kognitiva betingelserna för utnyttjandet av en formaliserad problembeskrivning gäller oavsett om planeringen sker med eller utan hjälp av en datorbaserad planeringsmodell. Det är formaliseringen i sig som är nyckelfrågan, inte formaliseringens strukturella gestaltning och ev datorbaserings.

11.2.2 Några illustrationsexempel

Den kognitiva utvecklingscykeln representerar i sig en abstraktion, som grundas på mitt erfarenhetsfält, dvs på min läsning och tolkning av Piagets teori jämte min erfarenhet från utveckling och tillämpning av formaliserade problembeskrivningar. I linje med dikussionen i föregående avsnitt kommer utbytet av figur 11.1 och 11.2 att bero på i vilken mån läsaren identifierar sig som person av typ A, B eller C. Det är således väsentligt, att i enlighet med den kognitiva cykelns innebörd, knyta an till egna erfarenheter för att figurerna ska representera abstraktioner och inte bara rittekniska formalismer. För att illustrera den kognitiva cykelns innebörd och strukturala natur ska jag referera några situationer där ett 'märkligt' strukturellt händelseförlopp kan förklaras av de strukturala kognitiva principer som representeras i figur 11.2. Illustrations-exemplen kan förefalla disparata, men ska ses mot bakgrund av att de illustrerar strukturala kognitiva principer.

Till att börja med refererar jag egna erfarenheter som för mig dels illustrerat vad Piagets teori innebär i samband med kognitiva utveckling och dels illustrerat vikten av egen aktiv teoritillämpning för förståelsen av Piagets teori. Därefter tar jag upp fallet med den sekvensplanerande förmannens färgbytestabell. Ett exempel med beskrivning och användning av formella OA-modeller i samband med undervisning illustrerar det kognitivt kritiska sambandet mellan formell modellbeskrivning och abstraktion. Avslutningsvis knyter jag an till Piagets egna kommentarer kring utvecklingen och vidareföringen av vetenskaplig kunskap.

Antalet byggklossar

=====

Maria (4) satt på golvet och lekte med kubformade byggklossar och ville ha hjälp med sitt idoga uppstaplade och raserande av klossar. Under lekens gång genomförde jag följande lilla experiment.

Vi ordnade var sin rad av klossar. Raderna placerades parallellt. På min fråga kunde Maria utan tvekan korrekt ange vem av oss som hade flest klossar, eller om vi vardera hade lika många. Fallet med lika många klossar i de två raderna utnyttjade jag upprepade gånger på följande sätt.

Sedan Maria utan tvekan konstaterat, att det fanns lika många klossar i de två raderna tog jag den ena raden och reste klossarna till en stapel. Genom att klämma ytterklossarna mot varandra kunde jag göra förflyttningen helt synligt och utan omsortering av klossarna. När jag därefter frågade vem av oss som hade flest klossar kunde jag notera följande svarsmönster.

Om det var högst tre klossar i varje rad svarade Maria att vi fortfarande hade lika många klossar, detta oavsett viken klossrad som stod på högkant. Om det däremot var mer än fyra klossar i de lika långa raderna, så svarade Maria att den av oss, vars klossrad stod på högkant, hade flest klossar. Fallet med fyra klossar gav ibland svaret "lika många", ibland svaret "flest i stapeln". Sedan en stapel med "flest" klossar åter placerats parallellt med den liggande klossraden ansåg Maria åter att båda raderna innehöll lika många klossar. Efter ett tjugotal upprepningar av detta enkla klossexperimentet blev jag övertygad om att Maria verkligen hade uppfattningen att fler än fyra klossar på högkant är mer än samma antal klossar liggande i rad. Jag lyckades inte, trots upprepade demonstrationer och förklaringar, få Maria att inse, att hon borde ge samma svar före och efter förflyttningen av klossarna.

Detta lilla experiment genomfördes inte som något vetenskapligt kontrollerat experiment. Jag relaterar det ej heller som bevis för att förskolebarn, i enlighet med Piagets teori, saknar vuxnas kognitiva kompetens. Jag tar upp klossexperimentet därför att det gav mig en påtaglig upplevelse av den aktiva handlingserfarenhetens betydelse för förståelsen av de abstraktioner Piaget uttrycker i sin teori. Trots att jag enligt teorin hade förutsett experimentutfallet så blev jag faktiskt överraskad av att inte lyckas förändra utfallet, dvs inte lyckas förmedla en abstraherad kunskap som gick utöver Marias dåvarande kognitiva kompetens. Detta senare slag av erfarenhet speglas ytterligare i de följande illustrationsexemplen.

Redigering av skolschema

=====

Anna (7) kom hem och visade stolt upp sitt första skolschema. Stoltheten dämpades emellertid strax av att hon inte förstod vad schemat innebar. Klassschemat var på traditionellt vis re-

digerat med lektionstider angivna i vänsterkanten och veckodagar i ovankanten på en A4-sida. I lektionsrutorna var lektionsinnehållet angivet med sedvanliga ämnesbeteckningar utskrivna i klartext.

Trots att Anna kunde klockan och förstod skriva tidsangivelser, var väl förtrogen med veckodagarna och kunde läsa övrig text på schemat samt kände till skoldagens växling mellan rast och lektion, så förstod hon inte schemats formaliserade uppställning. Det kognitivt oöverstigliga hindret utgjordes uppenbarligen av kravet på tankemässig koordinering av schemauppställningens klock- och dagdimension. Trots idoga försök av såväl Anna som hennes föräldrar kunde schemat inte förklaras så att hon kunde förstå dess enkla och entydiga koordineringsprincip. För att schemat skulle bli meningsfullt för Anna krävdes en anpassning till hennes aktuella kognitiva kompetens, dvs schemat skulle kunna läsas utan krav på klock/dag-koordinering. Problemet löstes helt enkelt genom att jag skrev om schemat med klocktider angivna för varje veckodag. Efter denna enkla omredigering kunde Anna direkt förstå schemats funktion som veckoplan för sin skolgång. Denna förståelse gjorde dock inte att hon kunde förstå skolans ursprungliga schemautskrift. Pedagogiska aspekter på ett skolschema kan således handla inte bara om undervisningens organisering utan även om schemaredigering.

Färgbytestabellen

=====

I avsnitt 1.2.1 refererades några märkliga fenomen i anslutning till framtagningen av en färgbytestabell. Den utlovade tolkningen av förmannens beteende ska nu göras mot bakgrund av principdiskussionen i föregående avsnitt.

I anslutning till figur 11.2 finner jag att förmannen spelade rollen av en person typ C. Min initialt föreslagna princip för upprättande av en färgbytestabell förkastade förmannen därför att han inte hade en explicit kognitiv kompetens för att kunna arbeta enligt den formaliserade beskrivningen jag presenterade. Mitt förslag till färgbytestabell baserades på en matrisorienterad koordinering av de två bytesdimensionerna, dvs byte från en färg till en annan färg. En sådan koordinering är enligt Piagets teori icke-trivial även om man är förtrogen med färger, men inte tidigare har ordnat upp bytesproblematiken på detta formaliserade sätt. Jag misslyckades således när jag försökte förmedla en en färdigreflekterad abstraktion till förmannen.

I anslutning till plåtsekvensproblemet genererade förmannen själv de reflekterade abstraktionerna som i detta fall ledde fram till en bytestabell. Hans till en början trevande försök till en systematisk dokumentation av plåtbyten resulterade uppenbarligen i en ackommodation mot "matristänkandets schema". Sedan detta "schema" väl hade etablerats kunde han även, och med stor entusiasm, utarbeta färgbytestabellen.

Undervisning i linjär programmering

=====

Pedagogiska erfarenheter från undervisningen i linjär programmering vid ett universitet i USA beskrivs i Press (1975). Studenterna visade sig genomgående ha svårt för att utnyttja läroböckernas och föreläsningarnas formelbudskap vid lösning av övningsproblem. En omläggning av undervisningsförfarandet prövades därför. Omläggningen innebar att studenterna till att börja med fick sitta vid datorterminaler och, utan att veta vad linjär programmering innebär, pröva olika tillverkningskvantiteter i ett traditionellt produktvalsproblem med trånga sektioner. Begränsningarnas art och omfattning var inte kända. Efterhand gav dessa terminalexperiment en erfarenhet av att det finns ekonomiskt intressanta samband mellan produktval, produktionsbegränsningar och resultat. Denna handgripligt förvärvade erfarenhet visde sig vara väsentlig för den efterföljande formelundervisningen. I jämförelse med kontrollgrupper blev exempelvis tentamensresultaten klart bättre för grupper som haft 'erfarenhetsbaserad' LP-undervisning.

Även om Press (1975) inte ger de praktiska erfarenheterna någon teoretisk förklaring, så finner jag här klara kopplingar till Piagets teori. Jag tolkar nämligen den beskrivna situationen så att eleverna först undervisades som personer av typ C. Efter omläggningen agerade de istället som personer av typ A. Det är därför helt i linje med tolkningsmallen i figur 11.2 att den ändrade undervisningsformen gör eleverna bättre rustade att agera på handlingsfältet linjär programmering.

I samband med grundläggande undervisning i linjär programmering kan noteras att operationsanalytiskt inriktade läroböcker genomgående gör en kognitivt sett närmast 'halsbrytande' presentation av dualproblemet. Efter primalproblemetets formulering i målfunktion och begränsningsekvationer brukar dualproblemet 'trollas' fram via algebraiska matrismanipulationer. Efter denna formaliserade introduktion av dualproblemet följer rekonstruktionen av de ekonomiska samband, som utgör grunden för dualformuleringen. Min egen erfarenhet som både elev och lärare i LP-sammanhang visar att dualens 'mystik' i icke oväsentlig grad beror på att den kognitiva utvecklingscykeln drivs 'baklänges'.

Forskarstafettens generationsväxling

=====

De generella kognitiva principer som skisseras i figur 11.2 kan även exemplifieras med Piagets egen diskussion om relationerna mellan filosofi och vetenskap och om hur den ackumulerade kunskapen presenteras för den akademiska ungdomen.

Enligt Piaget har de stora tänkarna och vetenskapsmännen genomgående haft ett omfattande erfarenhetsfält som grund för sina abstraktioner. Inom filosofin betecknar Piaget giganternas abstraktioner som en visdom, vilken inte ska förväxlas med vetenskapligt abstraherad kunskap. Eftersom filosofi och vetenskap

har olika erfarenhetsfält så bör den filosofiska visdomen och den vetenskapliga kunskapen relateras till olika handlingsfält.

Den ackumulerade visdomen och kunskapen presenteras för den akademiska ungdomen, C-personer, som ambitiöst försöker leva upp till den kognitivt grundlösa förhoppningen att direkt kunna föra den filosofiska eller vetenskapliga stafetten vidare. Piaget (1972a) uttalar en klar varning för dylika, i sig välmen- ta, men kognitivt blockerade genvägar i den akademiska kun- skapsutvecklingen, jfr även min diskussionen kring paradigm i kapitel 1 och 10.

11.3 EN TOLKNING AV SCHEMAMODELLENS IMPLEMENTERING

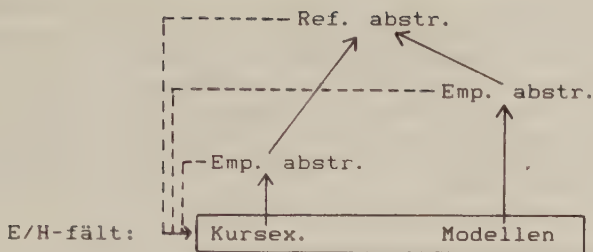
Den kognitiva utvecklingscykeln och begreppen kognitiv kompe- tens, assimilation och ackommodation ska nu utnyttjas för en kognitivt inriktad tolkning av schemamodellens tillämpningsför- hållanden och kundutveckling. Först formuleras en tolkning i teoretiska termer. Därefter utnyttjas enkätundersökningen och kundstatistiken för en belysning av den gjorda tolkningen. Av- slutningsvis summeras praktiska rekommendationer i en på kog- nitiv teori baserad strategi för schemamodellens implemen- tering.

11.3.1 Teoretisk kundgruppering från kognitiva utgångspunkter

I linje med rapportens genomgående gruppvisa analyser av kund- utveckling och kundattityder görs nu en principiell kundgrup- pering utifrån kognitiva utgångspunkter. Grunden för indelning är erfarenhetsfältet schemaläggning.

Enligt föregående kapitel är den explicita kognitiva kompeten- sen avgörande för individens förståelse och lösnign av problem. En sådan kompetens grundas enligt den kognitiva utvecklingscy- keln på ett aktivt agerande på det aktuella erfarenhetsfältet. Ett sådant agerande är en förutsättning för utvecklingen och användningen av abstraktioner. Vad innebär nu detta vid schema- läggning med hjälp av en formell och datorbaserad planerings- modell? Jag börjar med att ta upp kursverksamheten i kombina- tion med kursdeltagarnas tidigare erfarenhet av schemaläggning.

Enligt brukarundersökningen 1975 har nybörjarkurserna givit en tillräcklig utbildning om schemasystemets handhavande. Kurser- nas bidrag som erfarenhetsfält för egentlig schemaläggning har dock av naturliga skäl varit högst begränsad. Kursexemplen il- lustrerar ett urval av schematekniska detaljer utan explicit organisatorisk eller social förankring. Uttryckt i den kog- nitiva cykelns termer kan kunskapsutvecklingen inom själva kurs- verksamheten illustreras enligt figur 11.3. Kursexemplen och modellen (blanketter och rapporter) ger erfarenhetsunderlag för empiriska abstraktioner. Under kursen genereras reflekterade abstraktioner om modellens användning på dessa exempel.



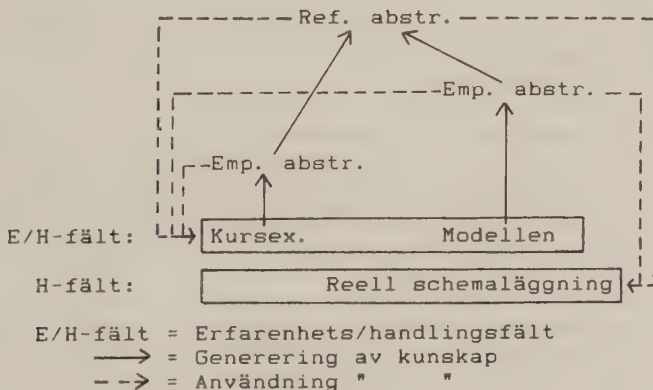
E/H-fält = Erfarenhets/handlingsfält

→ = Generering av kunskap

---→ = Användning " "

Figur 11.3 Kursutbildningens kognitiva cykel

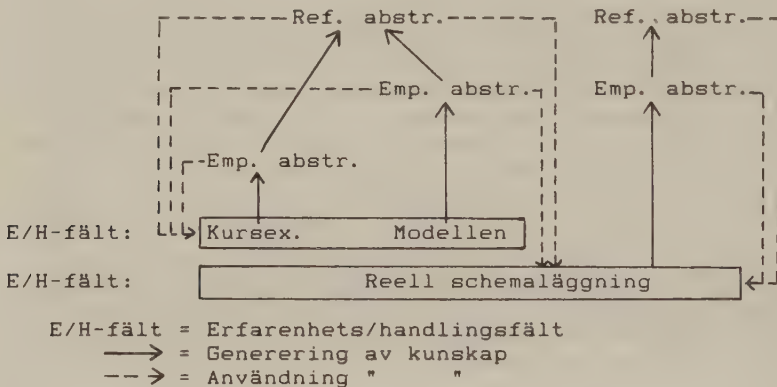
Kursexemplen kräver en explicit kognitiv kompetens som rimligen kan förutsättas hos kursdelagarna, vilka genomgående har skolerfarenhet som lärare och som användare av skolschema. Även utan direkt schemaläggningserfarenhet är kursexemplen möjliga att assimilera utan krav på ackommodation. För en ovan schemaläggare ger kursutbildningen således en erfarenhet i användningen av schemamodellen vid lösning av formella illustrations-exempel. Denna erfarenhet kan inte förväntas vara tillräcklig för hanterandet av en reell skolas schemaproblematik. En ovan schemaläggare kan därför antas råka i vanskligheter vid modellens praktiska användning, detta utan att modellen i sig förorsakar vanskligheter. Situationen vid den ovan schemaläggarens praktiska modelltillämpning, sedd i anslutning till kursutbildningen, framgår av figur 11.4. De på kurserfarenheter grundade empiriska och reflekterade abstraktionerna kan svårigen direkt tillämpas på handlingsfältet reell schemaläggning.



Figur 11.4 Kognitiva cykler för oerfaren schemaläggares modellanvändning

En rutinerad schemaläggare möter näst intill 'triviala' schema-problem i kursexemplen. Efter lång erfarenhet har han ackommoderat ett "schema" för schemaläggning, vilket mer eller mindre rutinmässigt utnyttjas under det årliga schemaarbetet. Detta "schema" blir mera en belastning än en tillgång under en nybörjarkurs i datorbaserad schemaläggning. Rutinerade schemaläggare utmärker sig ofta på kurserna genom att ställa frågor, som visar att de tankemässigt ligger före, eller rentav, utanför kursprogrammet.

En schemaläggare med lång praktisk erfarenhet lämnar kursutbildningen med ny erfarenhet om 'trivialiserad' modellanvändning. Han har på kursen inte fått möjlighet att representera sina abstraktioner om den egna skolans schemaprobelmatik i modellens formella termer. Enligt figur 11.5 framgår att den rutinerade schemaläggaren inte får någon cyklisk koppling mellan kursutbildningens cykler och den reella schemaläggningens cykler. Den rutinerade schemaläggaren kan därför antas råka i kognitiva svårigheter vid modellens praktiska användning.

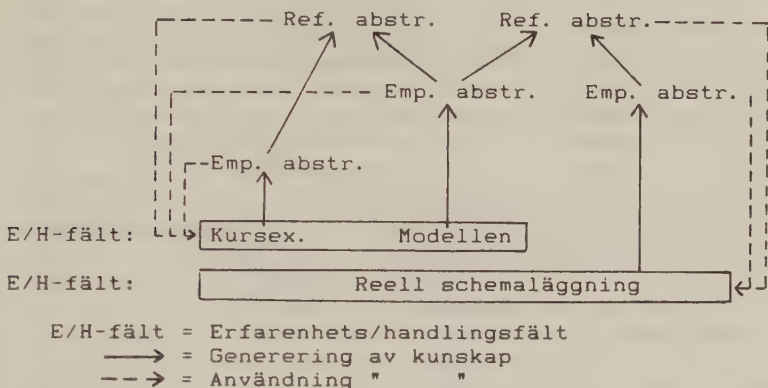


Figur 11.5 Kognitiva cykler för en rutinerad schemaläggares modellanvändning

Hittills har jag resonemangsvis argumenterat för att såväl oerfarna som rutinerade schemaläggare av olika anledningar stöter på kognitiva hinder vid modellens tillämpning. Här inställer sig så frågan huruvida alla kursdeltagande schemaläggare kan grupperas som antingen oerfarna eller rutinerade. Hur ter sig den principiella situationen för en något erfaren men inte rutinmässigt arbetande schemaläggare?

En något erfaren schemaläggare kan antas bearbeta schema-problemen mera via empiriska än via reflekterade abstraktioner. Den rutinerade utnyttjar däremot reflekterade abstraktioner rutinmässigt. För en något erfaren schemaläggare bör kursexemplen te sig enkla men inte meningslöst triviala. De egna reella schemafrågorna kan därför delvis identifieras i anknytning till eller i förlängningen av kursexemplens illustratio-

ner. Modellens formalism kan därför användas som en meningsfull representation av en del av de abstraktioner schemaläggaren har om sin egen skolas schemaläggning. Till följd härav bör den praktiska schemaläggningen stödjas och underlättas av modellens användning, jfr figur 11.6 nedan. I denna figur kan noteras ett cykliskt förlopp där utbildningen integreras med reell planeringserfarenhet och med modellens tillämpning. För oerfarna schemaläggare, figur 11.4, och rutinerade schemaläggare, figur 11.5, saknas en sådan integration.



Figur 11.6 Kognitiva cykler för en något erfaren schemaläggares modellenanvändning

Samanfattningsvis har denna kognitivt baserade kundgruppering resulterat i en principiell teoretisk uppdelning av modellens kunder i:

- Praktiskt oerfarna schemaläggare som utan tillräckliga abstraktioner om schemaproblematiken har svårigheter med modellens användning.
- En något erfaren grupp för vilken modellutbildningen blir ett konstruktivt inslag i den dynamiska jämvikten mellan assimilation och ackommodation av schemaproblematiken.
- En rutinerad grupp för vilken modellutbildningen blir ett icke konstruktivt inslag eftersom den innebär en trivialisering i förhållande till gruppens explicita kompetens om schemaläggning.

Enligt denna kundgruppering bör såväl oerfarna som rutinerade schemaläggare möta generella kognitiva svårigheter vid schemamodellens tillämpning. Den erfarenhetsmässiga mittgruppen bör ha det kognitivt sett bästa utgångsläget för en modellenanvändning. Detta resonemang antyder möjligheten till en tolkning av schemamodellens kundutveckling mot bakgrund av kundernas praktiska schemaläggningserfarenhet. Kan det eventuellt vara så att kundbortfallet har samband med de ovan teoretiskt härledda

kundgrupperna? Denna möjlighet ska diskuteras närmare i nästa avsnitt.

11.3.2 Identifiering av de härledda kundgrupperna

Vid den teoretiska preciseringen av de kognitivt baserade kundgrupperna i föregående avsnitt användes schemaläggningserfarenheten som en nyckelvariabel, dock utan explicit variabeldefinition. Varken teorin i sig eller det förda resonemanget ager hur erfarenhet ska mätas eller hur man gör gränsdragningen mellan erfarenhetsnivåerna oerfaren, något erfaren och rutinerad. För att de principiellt härledda kundgrupperna även ska vara praktiskt intressanta, och möjliga att relatera till kundutvecklingen, så måste dessa mät- och gränsdragningsfrågor klaras ut.

Även med en avgränsning till schemaläggning blir en bestämning av begreppet erfarenhet och dess möjliga mätdimensioner en komplicerad fråga. En sådan begreppsbestämning rymmer inte inom denna studie och krävs ej heller för den här aktuella diskussionen. Den kognitivt orienterade diskussionen om schemamodellens användning är för det första en tillämpning av, inte bevis för, en grundläggande tes i Piagets teori. Erfarenhetens faktisk (strukturella) roll i sammanhanget ska därför inte bevisas men väl illustreras via dess effekter (strukturellt). Det redan utnyttjade och analyserade empiriska materialet om schemamodellens tillämpning kan även utnyttjas för en sådan illustration.

I brukarundersökningen 1975 igår fråga A12 som avser antalet år schemaläggaren lagt schema manuellt innan modellen började användas. Denna fråga formulerades ursprungligen med den i enkät-sammanhang diskutabla motiveringen att "svaren kan kanske vara intressanta på något sätt". Enkätdata som insamlas med en sådan motivering torde sällan bli intressanta. Som ett undantag från denna regel visar det sig att svaren på A12 faktiskt är av intresse, om än med vissa förbehåll.

Antalet manuella schemalägningsår utan närmare precisering är givetvis ett grovt mått på erfarenhet. Måttet anger exempelvis inte hur stora scheman som lagts under dessa år, om schemat lagts tillsammans med någon, om schema lagts varje termin eller om det hela tiden gällt schemaläggning vid samma skola. Å andra sidan är antalet år en praktiskt enkel erfarenhetsvariabel som exempelvis gör det möjligt att erfarenhetsgruppera schemaläggarna. En sådan gruppering beaktar dock inte individens egen uppfattning av sin erfarenhet. Antalet erfarenhetsår används här inte som tidsvariabel utan som erfarenhetsmått. Arsindelningen beror på schemaläggningens årsbundna planeringscykel.

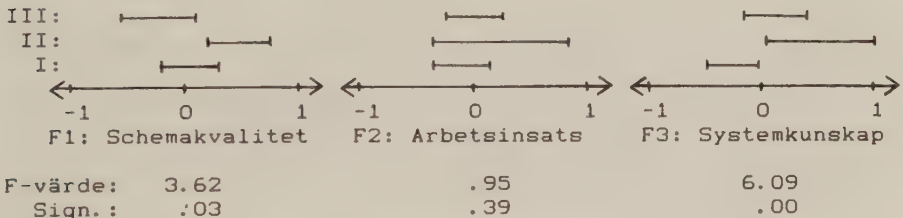
Svaren på fråga A12 används nu i ett försök att i föreliggande empiriska material identifiera de utifrån kognitiv teori härledda kundgrupperna. Identifieringen kräver en gränsdragning mellan oerfarenhet och någon schemaerfarenhet samt mellan någon erfarenhet och rutinerad erfarenhet uttryckt i antal manuella schemalägningsår. Efter omfattande experiment med alternativa gränsdragningar mellan de tre erfarenhetsgrupperna har jag en-

ligt enkätaterialet funnit att:

- 0-2 års manuell schemaerfarenhet definierar gruppen oerfarna schemaläggare (43 st)
- 3-4 års manuell schemaerfarenhet definierar gruppen något erfarna schemaläggare (13 st)
- 5 eller fler års manuell schemaerfarenhet definierar gruppen rutinerade schemaläggare (36 st)

Kriterierna för denna gruppindelning utgörs av de svarsmönster som grupperna uppvisar enligt brukarundersökningens enkätsvar. Såväl heuristiska sammanvägningar av de primära enkätsvaren som Kruskal-Wallis test på brukarattitydernas faktorvariabler visar att de enligt teorin härledda kunskapsinriktade gruppkillnaderna framträder mest markant vid ovanstående erfarenhetsgränser. I sammanhanget är det mindre intressant att gränserna ligger vid just de aktuella åren. Det intressanta är att grupperna överhuvudtaget kan identifieras på detta enkla vis. De alternativa gränsdragningarnas statistiska utfall saknar intresse för den fortsatta diskussionen och de redovisas därför inte.

I bilaga 2, med angivna svarsfördelningar för brukarundersökningens primärvariabler, är svaren även specificerade på de tre erfarenhetsgrupperna. Av bilagan framgår att det genomgående är på frågor om utbildning, systemkunskap och schemakvalitet som mittgruppen uppvisar de jämförelsevis mest positiva svarsmönstren. En sammafattande illustration av dessa förhållanden ger de faktorvariabler, som tidigare diskuterats i avsnitt 6.10.2 och som redovisas i bilaga 4. I figur 11.7 markeras 95-procentiga konfidensintervall för gruppernas värden på faktorvariablerna F1-F3.



III: 5- års manuell schemaerfarenhet (36 st)
 II: 3-4 " " (13 st)
 I: 0-2 " " (43 st)

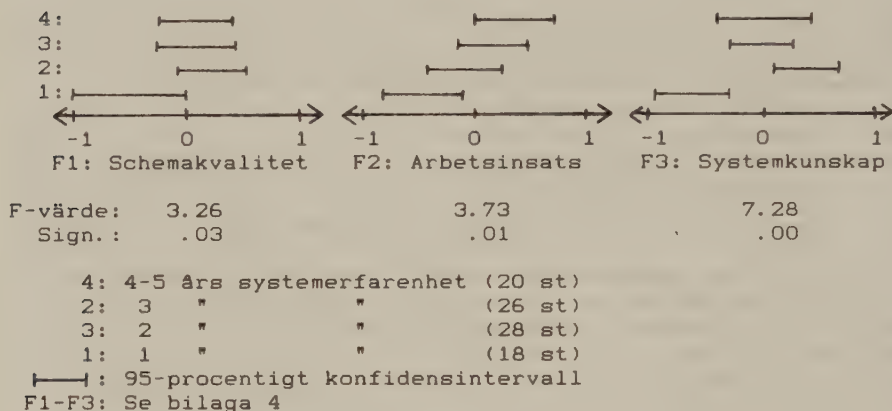
—: 95-procentigt konfidensintervall

F1-F3: Se bilaga 4

Figur 11.7 Jämförelse av kundgrupper med olika lång erfarenhet av manuell schemaläggning

Det är således den kognitivt intressanta kunskapsfaktorn F3 och kvalitetsfaktorn F1 som är klart särskiljande för de tre er-

farenhetsgrupperna. Enkätsvaren tyder alltså på att kunskapen om systemets användning och det kvalitativa planeringsresultat, som uppnås med systemets hjälp, får positivast svarsattityder mot bakgrund av 3-4 års manuell schemaläggningserfarenhet. I detta svarsmönster beaktas inte hur många år modellen körts. För kontrolländamål redovisar figur 11.8 faktorvariablernas 95-procentiga konfidensintervall även för de enkätvarandes erfarenhet uttryckt i antalet år modellen utnyttjats enligt fråga A12. Antalet år avser här schemaläggarens personliga kundår, alltså inte antal kundår per skolenhet.



Figur 11.8 Jämförelse av kundgrupper med olika lång erfarenhet av schemasystemets användning

Enligt figur 11.8 framgår att de positiva svarsattityderna om arbetsinsatsen har en närmast linjär utveckling i förhållande till antalet år som systemet körts. Detta gäller dock inte för kvalitetsfaktorn och kunskapsfaktorn. Här avteckar sig sålunda ett svarsmönster som antyder, att det anses blir arbetsmässigt allt enklare att använda systemet i takt med antalet användningstillfällen, detta dock utan att kunskapen om hur systemet ska användas och användningens kvalitativa resultat utvecklas på motsvarande sätt.

En jämförande granskning av figur 11.7 och 11.8 visar att för F3, och i viss mån även för F1, finns likartade tendenser mot att de positiva attityderna är starkast för en erfarenhetsmässig mittgrupp. Detta skulle kunna tas som ett tecken på att det manuella erfarenhetsfältet kan utbytas mot systemerfarenheten. Den kognitivt härledda kundgrupperingen skulle i så fall knytas till den direkta och mera näraliggande systemerfarenheten. En sådan utveckling skulle helt kullkasta den kognitiva tolkningsansatsen och förhållandena måste därför granskas mera ingående.

Till att börja med markerar gruppstorlekarna att de olika erfarenhetsgrupperingarna inte kan ha identiska kundgrupper. En korstabellering av de två gruppindelningarna demonstrera detta

förhållande, se tabell 11.1 nedan.

		Systemerfarenhet år				
		1	2	3	4/5	
Manuell erfarenh. ant. år	0-2	11	14	14	4	43
	3-4	1	4	5	3	13
	5-	6	10	7	13	36
		18	28	26	20	92

Tabell 11.1 Korstabell för manuell schemaerfarenhet och systemerfarenhet

Enligt tabell 11.1 framgår att i gruppen med 3-4 års manuell erfarenhet har merparten av schemaläggarna inte kört systemet i två år, den mest positiva sytemerfarenhetsgruppen. Mot bakgrund härav och med beaktande av de klart särskiljande utfallen för F2 anser jag att figur 11.7 och 11.8 speglar effekter av i grunden olikartade erfarenhetsfält. Dessa effekter ska nu ytterligare illustreras med anknytning till de sex kundkluster som tidigare diskuterats i avsnitt 6.10.4. Härvid kommenteras även kundutvecklingen i anslutning till de erfarenhetsbaserade kundgrupperna.

De enligt tabell 6.1 karakteriserade sex kundklustren blir i klusteranalysen, se bilaga 4, ytterligare sammanslagna enligt följande steg: (5+6), (3+4), (1+2). De sk 'särilignarna' i kluster 5 och 6 bildar alltså först en gemensam grupp. Kluster 3 och 4 bildar därefter en grupp som karakteriseras som 'lågpresterande' medan grupp 1 och 2 bildar en 'högpresterande' grupp. De tre signifikanta kundklustren 'högpresterande', 'lågpresterande' och 'särilignar' används nu för en koppling till de erfarenhetsbaserade kundgrupperna, se tabell 11.2 nedan.

Kundkluster		Bortfall	Manuell erf. antal år			Systemerf. antal år			
Karaktär	Ant		0-2	3-4	5-	1	2	3	4/5
Högprest.	43	3	16	10	17	2	19	13	9
Lågprest.	37	14	23	3	11	12	6	10	9
Särilignar	12	4	4	0	8	4	3	3	2
Summa	92	21	43	13	36	18	28	26	20
Bortfall	Antal		13	0	8	9	6	4	2
1976	%		30	0	22	50	21	15	10

Tabell 11.2 Erfarenhetsbaserad kundgruppering inom tre kundkluster

Den erfarenhetsmässiga mittgruppen vad gäller manuell schemaläggning visar en klar centrering till det högpresterande kundklustret. Därtill visar denna mittgrupp en intressant koppling till kundutvecklingen 1976, ingen i gruppen slutade som kund. De tidigare identifierade typiska U-formade sambanden i anslutning till den manuella erfarenhetsgrupperingen återfinns således även vad gäller kundutvecklingen. För erfarenhetsfältet systemanvändning finns inte motsvarande U-form utan istället ett i takt med antalet år avtagande kundbortfall, jfr analyserna av kundstatistiken i kapitel 5.

Den teoretiskt härledda kundgrupperingen baserad på praktisk schemaläggningserfarenhet anser jag härmed ha kunnat identifieras i föreliggande empiriska material. Även om detta material primärt inte tagits fram för ett sådant syfte, så har det gett klara indikationer på att generella kognitiva strukturala betingelser för modelanvändningen kan avläsas som strukturella effekter i såväl kundattityderna som i modellens faktiska kundutveckling. Dessa effekter tas nu som utgångspunkt för formuleringen av en strategi för modellens praktiska implementering.

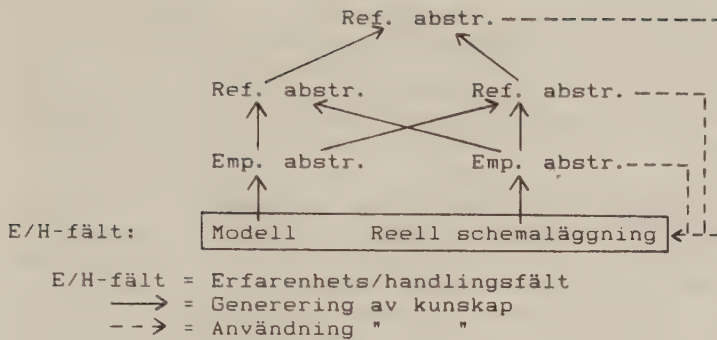
11.4 REKOMMENDATIONER FÖR MODELLENS IMPLEMENTERING

Enligt föregående avsnitt är den kursbaserade strategin för modellimplementering lämplig för endast ett begränsat kundsegment, nämligen schemaläggare med 3-4 års erfarenhet av manuell schemaläggning. Den naturligt ringa omfattningen på detta kundsegment anser jag utgöra en generellt rimlig förklaring till att den omfattande kursutbildningen genererat förhållandevis få kunder av vilka en tredjedel regelmässigt bara blivit kunder under ett år.

För oerfarna schemaläggare måste helt enkelt rekommenderas praktisk övning och praktiskt arbete med reell manuell schemaläggning innan den datorbaserade lägningsmodellen börjar användas. Utan personligt upparbetade abstraktioner om schemaläggningens innebörd i en reell skolmiljö saknar en modellbunden och formell problembeskrivning kognitiv grund. Ett nedan relaterat implementeringsfall belyser detta förhållande.

För rutinerade schemaläggare rekommenderar jag direkt modellenanvändning utan traditionell kursutbildning. Denna rekommendation är inte lika uppenbar som de två tidigare. Den ska därför ges en något utförligare motivering.

Principresonemanget kring figur 11.5 visade att en rutinerad schemaläggares kognitivt baserade svårigheter bottnar i en bristande integrering av den explicita planeringskompetensen och modellutbildningens kognitiva cykler. Svårigheterna bör därför kunna bemästras via en integrering av de kognitiva cyklerna för utbildning och för reell schemaläggning. En sådan integrering kan åstadkommas om den traditionella kursutbildningen ersätts med direkt modelltillämpning i den reella schemaläggningen, se figur 11.9 nedan.



Figur 11.9 Kognitiva cykler för en rutinerad schemaläggares direkta modellanvändning

Under förutsättning att modellens planeringsfunktioner, se appendix 2, väl täcker schemaplaneringens behov och att modellen är lätt kommunicerbar, se brukarenkäten och kapitel 6, så bör en rutinerad schemaläggares abstraktioner 'direkt' kunna representeras i den formella modellen. 'Direkt' avser här inte ögonblickligt verkställande. Tanken är att modellimplementeringen ska inriktas på direkt praktisk tillämpning av modellen. Ett praktiskt försök med en sådan implementering ska kortfattat relateras.

På en svensk grundskola vars schemaläggande rektor och studierektor var rutinerade schemaläggare genomförde jag 1978 en modellimplementering i enlighet med principerna i figur 11.9. Denna implementering genomfördes som ett undantagsfall eftersom ordinarie kursprogram var slut för säsongen och skolan, tillsammans med en angränsande nybyggd skola, enträget ville pröva datorbaserad schemaläggning. Den nya skolans schemaläggande rektor och studierektor saknade erfarenhet från schemaläggning.

De två skolorna hade vissa lärare och lokaler gemensamma. Skolornas scheman behövde samordnas så ingående, att vi gjorde en för skolorna gemensam modellkörning. Båda skolornas undervisning kodades in som ett schema, dock så att det klart framgick vilka klasser som hörde till den ena och till den andra skolan. Utan någon traditionell genomgång av systemets blanketter lät jag de fyra schemaläggarna direkt börja bearbeta och precisera schemaförutsättningarna, exempelvis tidsdisponeringen för gemensamma lärare. När förutsättningarna var genomarbetade fick schemaläggarna helt enkelt skriva ner dem på systemets blanketter. Härvid behövde jag bara ge några få minuters teknisk blankettinstruktion. Efter en och en halv dags arbete förelåg skolornas reella schemaförutsättningar inkodade på blanketterna och datacentralen kunde börja bearbeta materialet.

Från det av modellen producerade schemaförslaget kunde de rutinerade schemaläggarna utan betungande arbetsinsats justera fram sin skolas slutliga schema. Den nybyggda skolans schemaläggare kunde överhuvudtaget inte använda det datorlagda sche-

maförslaget som arbetsunderlag. Följande detaljer ger en klar belysning av den praktiska schemaerfarenhetens betydelse för modellanvändningens resultat.

I de rutinerade schemaläggarnas modellförslag fanns 10 utsparkade schemabitar, varav 5 utgjordes av enkeltimmar med bara en lärare och en klass. För den nybyggda skolan fanns 29 utsparkningar, varav 18 bestod av enkeltimmar med en lärare och en klass. Dessa markanta skillnader mellan skolorna indikerade en systematisk skillnad i förutsättningarnas inkodning, något som dock inte varit uppenbart under inkodningsarbetet. En enkel undersökning visade att den nya skolans lokal- och lärardisponering i årskurs 7 med nödvändighet krävde en minimumram på 50 lektionspositioner. Eftersom varken skolan eller modellen fick disponera mer än 45 veckopositioner, så var alltså förutsättningarna bevisbart omöjliga. Detta enkla analysresultat var dock till synes helt utan informationsvärde för de rutinerade schemaläggarna. Jag upplevde här en situation med klara paralleller till de tidigare relaterade illustrationsexemplen med byggklossar och med färgbytestabell, se avsnitt 11.2.2. Jag misslyckades helt i mina försök till förmedling av insikten om varför det fanns så många utsparkade schemabitar.

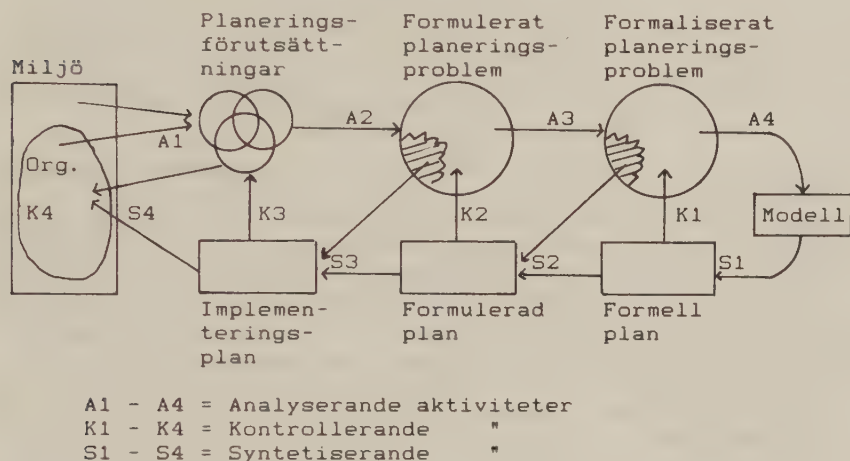
Efter misslyckandet med datorbaserad schemaläggning fick den nya skolans schemaläggare börja om från början med papper, penna, sax och klister som tekniska hjälpmedel. Härigenom fick även den nya skolan ett schema. Datorläggning prövades inte mer. På den andra skolan fortsatte man följande år med datorbaserad schemaläggning.

11.5 MODELLANVÄNDNINGENS ANALYS-SYNTES

I detta avslutande avsnitt ska jag utifrån en principskiss kommentera en kombination av den i kapitel 1 angivna separeringen/integreringen av modellrelaterade planeringsaspekter, se figur 1.1, och de kognitiva cykler, som varit centrala i figur 11.1-11.6. Härvid markeras även utgångspunkter för fortsatt forskning om generella kognitiva betingelser för modellanvändning, speciellt i anslutning till planering. Skissen enligt figur 11.10 på nästa sida illustrerar den avsedda kombinationen.

Utgångsläget för den skisserade planeringsprocessen är en organisation vars verksamhet ska planeras. Begränsningar för och krav på planeringen tas fram enligt A1. Figuren illustrerar att planeringenskraven, från olika intressenter och utgångspunkter, kan vara mer eller mindre sammanfallande. Planeringsproblemet formuleras och dokumenteras enligt A2. Här ligger ett tolknings- och avvägningmoment som innebär att det formulerade problemet inte är någon enkel eller entydig 'kopia' av förutsättningarna. Via A3 sker en formalisering av planeringsproblemet. Härvid kan inte det formulerade problemet i sin helhet formaliseras. Formuleringen kan exempelvis innehålla kvalitatativa krav som rimligen/lämpligen inte kan formaliseras. Formuleringen får således en icke formaliserbar restpost (den skuggade delen). När det formaliserade planeringsproblemet ska be-

arbetas via en formell/datorbaserad modell krävs en modell Anpassning, A4. Ett formaliserat planeringsproblem kan exempelvis innehålla multimålsaspekter för vilka det saknas modelltekniska lösningsmöjligheter, jfr voteringsparadoxerna i appendix 1. Det formaliserade planeringsproblemet får därför en restpost av i modellen icke beaktade problemspekter.



Figur 11.10 Planeringsprocess med modell användning

Modellbearbetningen med sammanvägningen av de modell Anpassade planeringskraven ger via S1 en "Formell plan". Enligt K1 måste denna plan granskas och kontrolleras mot de givna modellförutsättningarna. Förbiseenden och oförutsedda effekter kan föranleda en ny modellkörning, en modellrelaterad cykel. Via S2 integreras den accepterade formella planen med de formaliserade, men inte i modellen beaktade, problemspekterna till en "Formulerad plan". Denna plan måste i sin tur kontrolleras, K2, mot det tidigare formulerade, och kanske omformulerade, planeringsproblemet. Eventuellt krävs en ny bearbetningscykel med start via A3, en formuleringsorienterad cykel. Den slutligt formulerade planen integreras via S3 med formulerade, men icke formaliserade planeringsaspekter till en "Implementeringsplan". Denna plan avstäms i sin tur mot krav och restriktioner i de ursprungliga, kanske förändrade, planeringsförutsättningarna, K3. Eventuellt kan här efter krävas nya analyser vid ändrade eller tidigare feltokade förutsättningar, en förutsättningsbaserad cykel, innan implementeringsplanen med motiveringar från förutsättningarna kan läggas till grund för organisationens verksamhet, S4. I figuren markerar K4 att i organisationens planstyrda verksamhet finns en fortlöpande plankontroll vilken utöver rent exekutiva korrigeringar även ger underlag för nya genereringar och analyser av planeringsförutsättningar, en verksamhetsbaserad cykel.

I figur 11.10 markeras en kombination av analys (A1-A4) och syntes (S1-S2) med olika cykliskt återkopplande kontroller (K1-K4). Studien av schemamodellens användning har haft sin utgångspunkt i schemalägningsmodellen och primärt och empiriskt koncentrerats på den modellrelaterade cykeln A4-S1-K1 med beaktande av aktiviteterna S2, K2 och A3. De generella teoretiska tolkningarna av schemaläggarnas modellanvändning har visat att erfarenheter från aktiviteter representerade i figurens vänstra del är av avgörande betydelse för de 'modellnära' aktiviteterna. Även benägenheten att fortsätta med modellanvändningen har visat sig vara i detta avseende erfarenhetsrelaterad. I samband med dator- och systemimplementering i allmänhet kan dessa förhållanden tillmätas ett generellt intresse.

Vid rationaliseringsmotiverad datoranvändning eftersträvas en komprimering av det 'dragspel' som illustreras i figur 11.10. I extremfallet ska A1 leda direkt till modellen och S1 direkt till verksamlighet i organisationen. Med allt mer 'användarvänliga' system torde A1 i många fall också kunna länkas till en datormodell. Till följd härav uppstår dock problem när modelllösningen inte fungerar, inte förstås, i organisationen. I den allmänna debatten om datoriseringens effekter på arbetslivet framställs ofta detta slag av problem, man talar om en utarmning av yrkeskunskapen. Som komplement till denna negativa aspekt på yrkeskunskap i samband med datoranvändning har min studie av datorbaserade schemaläggning visat att en grundläggande yrkeskunskap är en väsentlig förutsättning för en fungerande datoranvändning.

Utbildning om datorer är ett aktuellt och starkt expanderande område. En fokusering på just datorers och datorsystems principiella funktioner och möjligheter i detta sammanhang anser jag kan ge icke avsedda effekter vad gäller datorernas och systemens tillämpningar. I figur 11.10 kan nämligen ett koncentrerat intresse på modellrutan leda till att analysaktiviteterna drivs i omvänd ordning, dvs A4-A3-A2-A1. Det söks primärt efter planeringsförutsättningar som kan representeras i modellen. De väsentliga restposterna uppmärksammas inte och underlaget brister därför för de syntetiserande aktiviteterna, 'dragspelet' trycks omedvetet samman.

Enligt tolkningen av den genetiska epistemologin föreligger strukturella och kognitivt betingade samband mellan yrkeskunskap, systemutbildning och systemanvändning. Dessa samband har i rapporten illustrerats och diskuterats som strukturella förhållanden i det konkreta fallet med datorbaserad skolschemaläggning. Den teoretiska tolkningen ger inte detaljanvisningar om hur olika datorsystem praktiskt bör tillämpas i olika miljöer. För att kunna utnyttja teorins potential krävs här fortsatt empiriskt inriktad forskning, exempelvis en systematisk kartläggning, i olika organisationsmiljöer, av samtliga aktiviteter enligt figur 11.10. En sådan kartläggning avser datoranvändningens betingelser och effekter för organisationens alla medlemmar. Med en konstruktivistisk och strukturalistisk ansats bör fortsatt forskning här kunna generera ökad och väsentlig kunskap om teoretiska och praktiska betingelser för datoranvändning.

12 SAMMANFATTNING

12.1 KAPITELVISA SAMMANFATTNINGAR

Kapitel 1: Inledning

Bakgrunden till det här avrapporterade projektet är tre års utveckling (1968-71) och nio års praktisk tillämpning (1971-79) av en datorbaserad planeringsmodell för skolschemaläggning. Modellens tillämpning, som huvudsakligen har avsett danska skolors schemaläggning, har aktualiserat grundläggande metodfrågor om framgångsrik/misslyckad modellanvändning. De empiriskt baserade metodfrågorna har inte kunnat ges tillfredsställande svar utifrån modellens prestanda och eller dess brukarvänlighet. I projektet preciseras följande forskningsproblem angående modellanvändning vid planering av en organisations verksamhet.

Underlaget för planeringen (krav, önskemål, restriktioner) kräver en bearbetning som resulterar i en separering av planeringsproblemet i en modellanknuten och i en icke modellanknuten del. Denna separering görs av den modellanvändande planeraren. Den slutliga planen kräver en integrering av modellens resultat och de planeringsaspekter som hållits utanför modellen. Forskningsproblemet fokuserar generella kognitiva betingelser för denna separering och integrering vid praktisk användning av en formell planeringsmodell.

Rapportens övergripande syfte är:

- att påvisa innebörden och effekterna av generella kognitiva betingelser för utnyttjandet av formella planeringsmodeller.

För konkretisering och exemplifiering av den generella diskussionen används fallet med den formella och datorbaserade modellen för skolschemaläggning. Den principiella diskussionen av skolschemaläggning i anslutning till detta fall syftar till:

- att belysa schemaläggningens problemmiljö och schemaproblemets kombinatoriska komplexitet.
- att i anslutning till skolschemaläggning markera den formella analysens begränsningar.

Presentationen och bearbetningen av det omfattande empiriska materialet angående det konkreta fallet med datorbaserad schemaläggning syftar till:

att klargöra huvudlinjerna i den aktuella modellens utveckling och uppbyggnad.

att mot bakgrund av kundutveckling, brukarattityder och modelltekniska förhållanden precisera kritiska faktorer för modellens användning.

Den datorbaserade schemaläggningens implementeringsförhållanden tolkas i kognitiva termer med hjälp av Piagets genetiska epistemologi. Utnyttjandet av denna teori syftar till:

att ge en ny teoretisk infallsvinkel för tolkning av formella modellers implementering.

att formulera kognitivt baserade riktlinjer för implementering av formella planeringsmodeller.

Kapitel 2: Skolschemaläggning

En skolas schemaläggning är ett exempel på operativ planering av en organisations verksamhet. Schemaplaneringen utmärks av att en stor mängd allkokeringsbeslut ska fattas med hänsyn till

- pedagogiska krav
- lärarnas personliga önskemål
- timplanernas krav
- skolans lokalsurser
- kombinatoriska schemaeffekter

Schemaläggarens uppgift är att inom den oftast överblickbara schemakombinatoriken försöka nå för skolan satisfierande planeringslösningar. För att lyckas med detta måste schemaläggaren vara förtrogen med skolans interna relationer och dess pedagogiska traditioner.

Kapitel 3: Datoriserad schemaläggning - en litteraturöversikt

Under senare decennier har det i olika länder utvecklats datorsystem för skolschemaläggning. Härvid har såväl algoritmiska som heuristiska lösningstekniker använts. Som regel har dessa typer av lösningstekniker kombinerats. Schemaläggningens kombinatoriska komplexitet, dess ofta motstridiga planeringskrav och dess svårdefinierbara målfunktion gör att ett schemaläggande datorsystem inte generellt kan producera en 'optimal planeringslösning'.

Litteraturen om datoriserad schemaläggning behandlar uteslutande systemens programtekniska konstruktionen. Systemens praktiska användning har ägnats ringa uppmärksamhet, detta trots att systemens användning i flera sammanhang anges vara ett problem i sig. Systemen ger ett beslutsunderlag vars utnyttjande inte diskuterats i metodhänseende.

En i litteraturen angiven fördel med datoriserad schemaläggning gäller den opartiskhet och rättvisa som uppnås när en dator, istället för skolans schemaläggare, avgör schemats utformning.

Mot bakgrund härav har jag funnit det angeläget att visa, att en formell kalkyl inte generellt ge en rättvis eller demokratisk schemalösning. I linje med den formella demokratis paradoxer tillhör nämligen schemaläggningen en typ av problem, för vilka generella kalkyllösningar inte existerar.

Kapitel 4: Modellutveckling

På experimentell basis har jag utvecklat och programmerat en heuristisk modell för schemaläggning. Tillsammans med administrativa programrutiner för inputkontroll och outputredigering ingår modellen i ett system för skolschemaläggning. Modellen karaktäriseras av:

- att den är oberoende av skolans timplan.
- att den bygger på en modellteknisk aggregering av de undervisningsmoment som måste parallellläggas i schemat.
- att den genomför schemaläggningen via en växelverkan mellan schematekniskt nödvändiga och heuristiskt kalkylerade lektionsplaceringar.

Modellen kräver input i form av tidsrestriktioner för kalsser, lärare och lokaler samt specificeringar av schemats samtliga kombinationer av ämne-klass-lärare-lokal. Modellanvändaren kan ange en rad olika direktiv och prioriteringar om schemats detaljutformning. Schemasystemet ger utöver själva schemat i klartext även ett antal analys- och kontrollistor. Schemat kan uppdateras med skolans egna ändringar och efter kontroll i datorn skrivas ut på nytt.

Kapitel 5: Kundutveckling 1971-79

Danmarks skolor har visat ett stort och bestående intresse för datoriserad schemaläggning. Hälften av landet skolor har under perioden 1971-79 sänt personal till de introducerande kurserna om systemets användning. Endast ca 25 % av de kursdeltagande skolorna har börjat använda systemet. De kursutblidade skolorna som inte blev kunder behandlas inte i denna studie. Intresset fokuseras istället på kundutvecklingen för de skolor som börjat använda systemet.

Enligt kundstatistiken framgår, att under hela den aktuella perioden har var tredje ny kundskola bara använt systemet under ett år. Kundbortfallet efter flera års användning ligger på en avsevärt lägre nivå. En lång rad utvecklings-, service- och marknadsföringsåtgärder under 1970-talet har inte påverkat den årliga förlusten av kunder. Ingående analyser av kundstatistiken visar, att ekonomiska restriktioner i kommunernas skolförvaltningar inte kan anföras som förklaring till det stora och konstanta kundbortfallet.

Kapitel 6: Brukarundersökning 1975

1975 genomfördes en brett upplagd undersökning bland systemets dåvarande kunder. Syftet var att klargöra brister i systemets utformning och få en dokumentation av kundernas genomgående svårigheter vid systemets användning. Undersökningen genomfördes via postenkät, som gav en ovanligt hög svarsprocent (84 %). Kundernas enkätsvar visar:

- att systemet inte uppfattas ha några avgörande brister i sitt sätt att fungera
- att det genomgående inte vållat kunderna några problem att arbeta med systemets blanketter och rapporter

Kunder som nästa år inte fortsätter med datoriserad schemaläggning utmärks av:

- att ha ett osäkert grepp om sin skolas schemaproblem
- att vilja ha mer utbildning om det i sig lätthanterliga schemasystemet

Undersökningens redovisade förslag till förbättringar har i stora drag kunnat genomföras, dock utan synbara effekter i de följande årens kundstatistik.

Kapitel 7: Modellstatistik 1978

Ett stort antal schematekniska variabelvärden loggades automatiskt för hela den datoriserade schemaproduktionen år 1978. Avsikten var att samla ett brett empiriskt underlag för analyser av möjligheterna till en förbättring av schemasystemets modell.

Analyserna av den modelltekniska statistiken ger anvisningar om på vad sätt modellens kombinatoriska effektivitet skulle kunna förbättras. Olika kundgruppsrelaterade analyser visar dock att en sådan modellförbättring inte torde kunna utnyttjas av kunder som har svårigheter med sitt schema och som i stor utsträckning slutar använda systemet.

Kapitel 8: Metodfrågor baserade på modellens användning

De empiriskt baserade analyserna i kapitel 5-7 har givit underlag för ett antal metodfrågor om schemasystemets användning. Sammanfattningsvis berör dess frågor relationer mellan följande element.



I samband med schemasystemets användning har det saknats ett teoretiskt och praktiskt samlat grepp om detta relationsmönster.

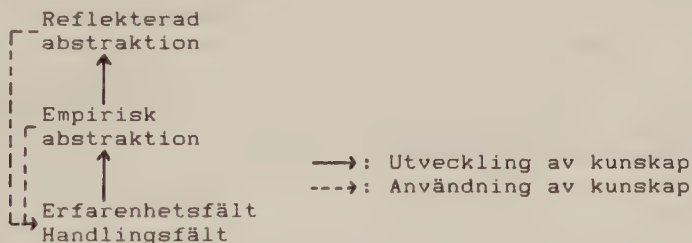
Kapitel 9: Litteraturbaserade kommentarer om formella modeller

Separata delar av det ovan skisserade relationsmönstret har diskuterats i litteraturen. Relationen mellan modell och problem tangerar exempelvis en klassisk fråga om en formell utbildnings möjligheter och begränsningar. I anslutning till operationsanalytisk implementering har jag inte funnit någon teoretisk ansats till tolkning av det skisserade relationsmönstrets innebörd och praktiska konsekvenser.

Det empiriska materialet i kapitel 6-7 har markerat att kunskap och utbildning har en central roll för kundernas fortsatta användning av den datorbaserade schemaläggningen. Piagets teori ger en teoretisk grund för tolkning och praktiskt inriktade slutsatser av vad detta innebär.

Kapitel 10: Piagets teori

Ur Piagets teori (den genetiska epistemologin) kan följande samband härledas som en illustration av vad jag benämner individens kognitiva cykel.



Det cykliska förloppet beskriver hur individen från sina erfarenheter genererar empiriska abstraktioner, vilka i sin tur ligger till grund för reflekterade abstraktioner. Dessa abstraktioner utnyttjar individen i sitt agerande, vilket i sin tur ger underlag för nya abstraktioner. Piagets teori leder till följande slutsatser.

- Individen måste själv aktivt utveckla sina empiriska och reflekterande abstraktioner.
- Abstraktioner kan inte framgångsrikt användas på ett handlingsfält som är skilt från det erfarenhetsfält ur vilket de utvecklats.

Kapitel 11: Kognitiva betingelser för modellanvändning

Planering av en organisations verksamhet förutsätter att en planerare arbetar med abstraktioner av planeringens förutsätt-

ningar och mål. En datorbaserad modell för planering utgör ett formellt regelsystem. För att dessa regler ska vara meningsfullt användbara krävs att modellen användarens abstraktioner kan representeras i modellens formella termer. Utan en sådan anknytning till en individs abstraktioner blir modellen en formalism utan innehåll och mening.

Det empiriska materialet om datorbaserad schemaläggning visar, att kunder som slutar använda systemet utmärks av att ha dåligt grepp om sin skolas planeringsproblem. Dessa kunder har inte utvecklat abstraktioner, som gör det möjligt för dem att hantera schemats problemställningar. Datorsystemets formella problembehandling ger därför analysresultat som saknar mening.

Enligt Piagets teori krävs i vid mening individuella aktiva erfarenheter för generering av abstraktioner. Schemaläggarnas enkätsvar ger möjlighet till en belysning av detta förhållande.

I enkätsvaren anges individuell erfarenhet från schemaläggning av hur många år man lagt schema manuellt innan datorsystemet började användas. Denna mätning är givetvis ett onyanserat och något osäkert mått på erfarenhet. En erfarenhetsorienterad indelning av 1975 års kunder leder till följande slutsatser.

För kunder med ingen eller ringa (0-2 år) erfarenhet av schemaläggning utgör introduktionskursens begränsade schemaexempel ett erfarenhetsfält, som ger abstraktioner av begränsad omfattning och framförallt av kursrelaterad giltighet. Utbildningen ger teknisk färdighet i systemets användning men inte kunskap om hur skolans faktiska schemaproblem ska bearbetas.

Kunder med begränsad (3-4 år) erfarenhet av schemaläggning kan med hjälp av kursutbildningen vidareutveckla sina abstraktioner och framförallt uttrycka dem i systemets formella termer. Utbildningen får här en kognitivt fungerande koppling till den egna skolans schemaproblem.

Kunder med lång (>4 år) erfarenhet av schemaläggning kan förväntas ha utvecklat abstraktioner som rutinemässigt utnyttjas vid schemaplaneringen. Kursutbildningen ger här endast underlag för abstraktioner av 'trivial' natur. Systemets formalism knyts inte till kundernas rutinerade och praktiskt använda abstraktioner.

Kundernas enkätsvar visar signifikanta skillnader mellan de ovan diskuterade kundgrupperna vad gäller kunskap om systemets användning och schemaplaneringens kvalitativa resultat. Nybörjargruppen ligger lägst ifråga om kunskap och planeringskvalitet. Den erfarenhetsmässiga mittgruppen redovisar högst kunskapsnivå och bäst kvalitativt planeringsresultat. Den mest erfarna gruppen ligger närmare nybörjargruppen än mittgruppen. Dessa jämförelser, som grundas på subjektiva attitydsvär, har en praktiskt intressant koppling till kundutvecklingen. Samtliga kunder i den erfarenhetsmässiga mittgruppen fortsatte använda systemet nästa år. Kundbortfallet var däremot 30 % i den minst erfarna gruppen och 22 % i den mest erfarna gruppen.

De praktiska rekommendationerna utifrån dessa Piaget-baserade tolkningar och resultat kan sammanfattas i följande punkter:

- Planerare med ingen eller ringa egen erfarenhet av praktisk planeringsverksamhet måste först skaffa sig sådan erfarenhet innan de med framgång kan använda ett formellt och datoriserat planeringssystem. Erfarenheten kan inte vinnas genom ett sådant systems användning.
- Planerare med begränsad egen erfarenhet av praktisk planeringsverksamhet kan med fördel skaffa sig användbar kunskap om ett planeringssystem principiella utnyttjande via en centraliserad kursverksamhet.
- Planerare med lång rutiniserad egen erfarenhet av praktisk planeringsverksamhet kan/bör använda ett datoriserat planeringssystem utan att först ha deltagit i introducerande kursutbildning.

ENGLISH SUMMARY

COGNITIVE CONDITIONS FOR IMPLEMENTATION OF FORMAL PLANNING MODELS

Computerized school timetabling with interpretation according to Piaget's genetic epistemology

Chapter 1: Introduction

The background to this reported project is three years' development (1968-71) and nine years' practical application (1971-79) of a computerized planning model for school timetabling. The application of the model, which has mainly been designed for timetabling in Danish schools, has brought to the fore fundamental questions of method for the successful/unsuccessful use of the model. The model's performance and its usefulness could not give satisfactory answers to the empirically based questions on method. In the project the following research problems are specified concerning the model's use in the planning of an organization's activities.

The basis for planning (demand, wishes, restrictions), demand treatment which results in a separation of the planning problem into one part that is connected to the model and one that is not connected. This division is made by the planner who is using the model. In order to achieve the final plan, the planner must integrate the model's result with the planning aspects which are kept outside the model. The research problem is focused on the general cognitive conditions for this separation and on integration in the practical use of a formal planning model.

The report's main purpose is:

to show the significance and effects of general cognitive conditions in the use of formal planning models.

To give a concrete form to and exemplification of the general discussion, the case with the formal model for school timetabling is used. The main discussion on school timetabling in connection with this is aimed at:

- illuminating the problem environment of timetabling and the complexity of that problem.
- in connection with school timetabling, indicate the limitations of formal analysis.

The presentation of the extensive empirical material concerning the concrete case with computerized timetabling is aimed at:

- making clear the principles used in the development and construction of the current model.

- defining the crucial factors for the model's use, against a background of market development, user's attitudes and the model's technical conditions.

The conditions for implementation of this computerized timetabling is interpreted in cognitive terms with the help of Piaget's genetic epistemology. The use of this theory is aimed at:

- giving a new, theoretical angle of incidence for the interpretation of the formal model's implementation.
- formulating cognitive based guidelines for the implementation of formal planning models.

Chapter 2: School Timetabling

A school's timetabling is an example of operative planning of an organization's activities. The planning of a timetable is characterized by the fact that a great number of decisions regarding allocation have to be made, taking into account:

- pedagogical demands
- teachers' personal requests
- time plans' demands
- school's resources of premises
- combined effects of the timetable.

The timetabler's task is to try to find satisfactory planning solutions for the whole school. In order to do this successfully, the timetabler must have good insight into the social relationships and pedagogical traditions of the school.

Chapter 3: Computerized Timetabling - a survey of the literature

In the last few decades, computer systems for school timetabling have been developed in various countries. In this connection, algorithmic as well as heuristic solution techniques have been used. As a rule, these types of solution techniques have been combined. The complexity of timetabling, its often conflicting planning demands and its applied function which is difficult to define, makes the computer system for timetabling in general unable to produce an "optimal planning solution".

The literature on computerized timetabling, deals solely with the system's technical construction of the programs. Little attention has been paid to the practical application of the system, in spite of the fact that the actual use of the system has been mentioned as a problem in itself. The system gives a basis for decisions, the use of which is not discussed with regard to the method.

One advantage, mentioned in the literature, in favour of computerized timetabling concerns the impartiality and fairness which is achieved, when a computer instead of the school's timetabler decides on the form of the timetable. I have found, therefore, it important to show, that in general a conventional calculation cannot guarantee a fair or democratic timetable solution. Namely timetabling belongs, in line with formal democracy's paradoxes, a type of problem which does not allow itself to be solved by means of calculations.

Chapter 4: Development of the Model

On an experimental basis I have developed and programmed a heuristic model for timetabling. With administrative program routines for input control and output editing, the model is included in a system for school timetabling. The model is characterized by:

- being independent of the school's time plan
- building on an aggregation of the lesson that must be placed parallel in the timetable
- in a heuristic way carrying out timetable planning with an interaction between the timetable's technically necessary allocations and allocations calculated in the model.

The model demands input in the form of time restrictions for classes, teachers and premises as well as specification of all the timetable's combinations of subject-class-teacher-premises. The person using the model can give a row of different instructions and priorities on the detailed formation of the timetable. The system gives, in addition to the actual timetable in plain language, even a number of analyses and checking lists. The timetable's transcription can be updated with the school's own changes. After being checked, the timetable is written out again.

Chapter 5: Market Development 1971-79

Schools in Denmark have shown a great and lasting interest in computerized timetabling. During the period 1971-79, half of the country's schools have sent staff to introductory courses on the application of the system. Only 25 % of the schools participating in the course have later started to use the system. The schools, trained on the course and which did not become customers, are not dealt with in this study. Instead interest is focused on market development for those schools which started to use the system.

According to market statistics, it appears that during the period in question, every third new school customer has only used the system for a year. The falling off of customers after several years' use is at a considerably low level. A long row of development, service and marketing measures during the seventies have not influenced the annual loss of customers. An exhaustive analysis of market statistics shows that economic restrictions in the municipal school administration cannot be given as a reason for the great and perpetual loss of customers.

Chapter 6: Investigation into the usage of the system 1975

In 1975 a large scale investigation was carried out among the then customers of the system. The aim was to make clear the deficiencies in the working out of the system and acquire documentation of the customers' constant difficulties in the application of the system. The investigation was carried out by means of a postal questionnaire, which gave an unusually high percentage of replies (84 %). The customers' questionnaire shows:

- that the system is not considered to have any decisive drawbacks in its manner of functioning

- that consistently, the customers found no problems in working with the system's forms and reports.

Customers, who did not continue with computerized timetabling the following year were characterized as:

- having an uncertain grasp of their school's timetable problem
- wanting further training in the, in itself, easily handled timetable system.

The investigation's account of suggestions for improvements has to a great extent been carried out, although without apparent effects on the market statistics for the following year.

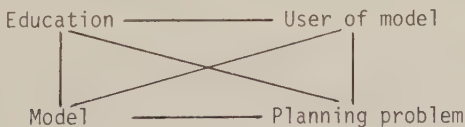
Chapter 7: Statistics for the Model 1978

A large number of timetable technical variable values were logged automatically for the entire computerized timetable production in 1978. The intention was to collect a broad empirical basis to analyze the possibilities of an improvement of the timetable system's model.

The analyses of the model's technical statistics give instructions on the way in which the effectivity of the model could be improved. Various related customer group analyses show however, that such an improvement in the model is not thought to be able to be used by customers who have difficulty with their timetables and who to a great extent have stopped using the system.

Chapter 8: Questions on Method in the Application of the Timetable System

The empirically based analyses in chapters 5-7 have provided that basis for a number of method questions in the application of the timetable system. In the way of a summary their questions touch upon relationships among the following elements:



In connection with the application of the timetable system, a theoretical and practical concise grasp of the pattern of relationships is lacking.

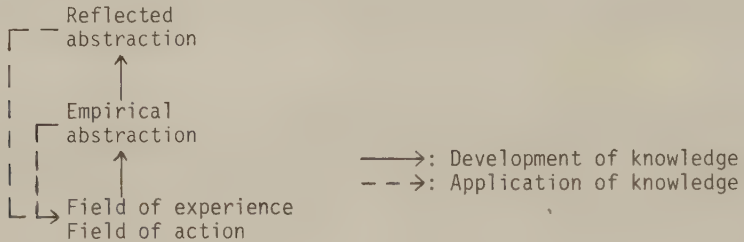
Chapter 9: Comments on the Mapping and Application of the Model, based on the Literature

Separate parts of the relationship pattern outlined above, have been discussed in the literature. The relationship between model and problem for example, touches upon the classic question of the possibilities and limitations of formal mapping. In connection with the implementation of OR-models, I have not found any theoretical impulse for the interpretation of the implication and practical consequences of the outlined relationship pattern.

The empirical material in chapters 6-7 has indicated that knowledge and training play a central role for the customers' continued use of computerized timetabling. Piaget's theory gives a theoretical basis for interpretation and conclusions of a practical nature of what this implies.

Chapter 10: Piaget's theory

From Piaget's theory (the genetic epistemology), the following connection can be deduced as an illustration of what I term: the individual's cognitive cycle.



The cycle's course describes how the individual, from his experience, generates empirical abstractions, which in their turn provides the basis for reflected abstractions. These abstractions take advantage of the individual in his action, which gives a basis for new abstractions. Piaget's theory leads to the following conclusions:

- The individual himself must actively develop his empirical and reflected abstractions.
- The abstractions cannot be used successfully in a field of action which is separated from the field of experience from which they developed.

Chapter 11: Cognitive Conditions for the Application of the Model

In the planning of an organization's activities it is taken for granted that a planner works with abstractions of the planning's conditions and goals. A computerized model for planning is composed of a formal system of rules. If these rules are to be used meaningfully, it is essential that the abstractions of the person using the model can be represented in the model's formal terms. Without such a link to an individual's abstractions, the model becomes a formalism without content and significance.

Empirical material on computerized timetabling shows, that customers who stop using the system are shown to have a poor grasp of their school's planning problems. These customers have not developed abstractions, which make it possible for them to handle the timetable's problem situation. The computer system's formal treatment of problems therefore gives analysis results of no significance.

According to Piaget's theory, individual active experience, in a broad sense, is demanded for the generating of abstractions. The timetabler's answers to the questionnaire illustrate this principle.

In the questionnaire answers, individual experience from timetabling is given, of how many years the timetable has been done manually before the computer system was used. This measurement is naturally a uniform and somewhat uncertain measure of experience. Against the background of the cognitive cycle outlined in Chapter 10, a division based on experience of consumers in 1975 gives the following theoretical result, also of practical interest.

For customers with non or a slight (0-2 years) experience of timetabling, the introductory course gives limited examples of timetables and field of experience. Thus this gives abstractions of a limited scope and above all of validity related to the course. The training provides technical competence in the use of the system but not knowledge of how actual problems should be dealt with.

Customers with a limited (3-4 years) experience can, with the aid of a training course, further develop their abstractions and above all express them in the system's formal terms. Here the training has a cognitive functioning link to their own school's timetable problems.

Customers with a long (>4 years) experience, can be expected to have developed abstractions which can be used as a routine in timetable planning. The training course provides, in this case, only the basis for abstractions of a trivial nature. The system's formalism is not linked to the customer's routine and practically used abstractions.

The customers' answers to the questionnaire reveal significant differences among the consumer groups discussed above when it concerns knowledge of the system's application and the qualitative result of timetable planning. Groups of beginners, closely followed by the most experienced groups, lie lowest in the question of knowledge and the quality of planning. The experienced middle group account for a clearly higher level of knowledge and a higher qualitative planning result. This comparison, which is based upon subjective attitude answers, has a link, of practical interest, to market development. All the customers in this experienced middle group continued to use the system the following year. In contrast the customer drop-off was 30 % in the least experienced group and 22 % in the group with most experience.

Practical recommendations from these interpretations and results based on Piaget, can be summarized in the following points:

- Planners with none or slight personal experience of practical planning activities must first acquire this kind of knowledge before they can use a formal and computerized planning system with success. Experience cannot be gained through using such a system.
- Planners with limited personal experience of practical planning activities can benefit from acquiring useful knowledge of a planning system's principle use via centralized educational training courses.
- Planners with a long routine experience of practical planning activities can/should use a computerized planning system without having first participated in an introductory training course.

APPENDIX 1: FORMELL SCHEMADEMOKRATI

A1.1 INLEDNING

I ett schema koordineras och prioriteras en rad förhållanden, som rör den dagliga arbetssituationen för en stor mängd individer och grupper av individer. Det är därför naturligt, att anlägga ett medbestämmandeperspektiv på schemaläggningen. I den allmänna demokratidebatten inom skolans område tycks dock inte just schemaläggningen ha tagits upp av någon part. En möjlig anledning härtill kan vara att schemaläggningen, som är en klar lokal företeelse, inte har gjort sig gällande bland andra och mera övergripande frågor. Krav på schemats utformning kan komma från skolans personal (lärare, utspisningspersonal, skolvärdinnor, vaktmästare m fl). Elevsynpunkter tycks i mycket ringa omfattning framföras/efterfrågas i samband med schemaläggning, något som Håkansson (1976) dock menar borde kunna ske via en klassvis schemadiskussion. Personalens direkta krav på schemats utformning framförs visserligen till skolans schemaläggare, men de ställs inte mot arbetsgivarens (statens, kommunens) ekonomiska intressen. Kraven speglar olika partsintressen som delvis ställs mot varandra. Även i icke direkt schemaanknutna frågor kan medbestämmandesynpunkter få effekter för schemats utformning. Lannér (1978) påpekar exempelvis att fackliga önskemål vid tjänstetillsättningar ibland går emot vad som är schemaläggningsmässigt lämpligt med hänsyn till elevunderlag och lärarkårens samlade ämneskombinationer.

I anslutning till det mera direkta medbestämmandet kring schemat har jag, dock utan någon egentlig fältundersökning, observerat två intressanta tendenser. Dels bearbetas och sammanställs de individuella schemakraven nu i allt större utsträckning inom fackorganisationerna och dels framställs personalkraven med ett ökat eftertryck. Schemaplaneringens grundläggande problematik har inte ändrats av detta ökade och organiserade medbestämmande, men väl formerna för schemaläggningens genomförande. Karaktären på schemaläggarens arbete har ändrats från att ha varit ett individuellt och isolerat knåpande till att bli mera av öppet och diskussionsmässigt knåpande.

Skandinavien har kommit att inta en ledande position när det gäller forskning kring och utformning av datorsystem med hänsyn till medbestämmande- och demokratifrågor, jfr Sandberg (1979). I dessa sammanhang har jag inte funnit någon ansats till diskussion av den för schemaläggningen typiska problematiken. Individuella och kollektiva krav möter inte i första hand ekonomiska, ideologiska eller maktpolitiska hinder utan logiska och kombinatoriska restriktioner för vad som är möjligt att åstadkomma utifrån schemats samlade förutsättningar. Jag anser

det därför motiverat, att här peka på några grundläggande, huvudsakligen formellt inriktade, medbestämmandefrågor i anslutning till skolschemaläggning. De frågor som tas upp är välkända inom formell beslutsteori och högst relevanta för praktisk schemaläggning. Såvitt mig bekant har de aktuella frågeställningarna inte tidigare diskuterats i samband med schemaläggning.

Medbestämmandeproblematiken kommer inte att diskuteras i hela sin vidd. Jag går inte närmare in på det för schemaläggningen typiska och traditionella förfarandet när berörda parter ställer krav på schemats utformning. Härvidlag har schemaplaneringen inneburit medbestämmande sedan årtionden tillbaka, jfr Hernqvist (1951). Det är dock en sak att ensidigt kräva eller önska att vissa detaljer uppfylls i schemat och något helt annorlunda att finna en demokratisk helhetslösning med ett rimligt beaktande av ursprungskraven. Jag kommer närmast att diskutera medbestämmandet i samband med utformningen av schemat. Detta sker bl a för att påvisa hur vag och ibland närmast obefintlig gränsen är mellan å ena sidan formella demokratiska schemaambitioner och å andra sidan ren utopi och uppenbar skendemokrati.

Som ett alternativ till schemaläggarens utformning av schemat ska jag se på möjligheterna för berörda parter att i formell demokratisk ordning utöva medbestämmande i direkta läggningsfrågor. Hur finner man exempelvis en demokratisk lösning när olika lärarönskemål är schematekniskt oförenliga? Det handlar här om praktiserandet av någon sorts rättvisetänkande där varje part inte bara ska ha möjlighet att göra sin röst hörd utan även få sin mening beaktad i schemats utformning. Jag går inte närmare in på hur man individuellt, eller via valda ombud, kan driva igenom en schemaändring genom ett förhandlingstaktiskt agerande. Den representativa demokratin, vilken jag här varken ifrågasätter eller diskuterar, utgör inte något universalsvar på schemaläggandets demokratifrågor. Det kan visserligen förefalla enklare att några valda ombud istället för hela lärarkåren diskuterar schemats utformning. Om exempelvis samtliga lärare på en skola handgripligen skulle börja att manipulera på schematavlorna, så skulle resultatet snart bli kaotiskt. En extrem förenkling i representationshänseende med en vald representant som lägger schemat skulle, vad gäller själva läggningmomentet, knappast skilja sig från den tjänstetillsatte schemaläggarens ämbetsutövning. Oavsett representationsformen kvarstår de kombinatoriska problemen med sammanjämkningen av ställda krav. Det är just denna sammanjämkning jag nu skall gå närmare in på.

A1.2 EXEMPEL PÅ SCHEMADEMOKRATISKA LÄGGNINGSPROBLEM

I ett schema samordnas ett antal klasser, lärare, lokaler, ämnen och lektionstillfällen. Det kan därför synas lämpligt att försöka kalkylera fram schemats kombinatoriska samordning av de ingående objekten. Detta har också varit ambitionen vid utformningen av olika system för datoriserad schemaläggning. Utan att

gå in på programtekniska detaljer ska jag diskutera principer för en kalkylmässig hantering av medbestämmandet vid schemaläggning. Jag väljer att föra diskussionen utifrån ett explicit exempel vars teoretiska grundstomme är välkänd inom formellt socialt beslutsfattande. Följande läge antas ha uppkommit under utläggningen av ett schema.

I en klass återstår det tre enkeltimsämnen att lägga ut. Ämnena, med tillhörande lärarsignaturer, är gymnastik (GL), engelska (EL) och matematik (ML). Schemaläget är vidare sådant, att det för klassen återstår tre obesatta lektionstillfällen, nämligen måndag lektion 1 (M1), tisdag lektion 5 (T5) och fredag lektion 9 (F9). Lärarna GL, EL och ML är inte inbokade dessa tre lektionstillfällen. Gymnastiken kan dock inte läggas på F9 eftersom gymnastiksalen då är upptagen. I övrigt innebär lokalsituationen inga begränsningar. På T4 (tisdag lektion 4) åter klassen lunch. Den sålunda resterande schemaläggningen kan fullföljas på fyra olika sätt, i försättningen betecknade A, B C och D. Med ämnena markerade av lärarsignaturerna kan schemat fullföljas enligt nedanstående alternativ.

	A	B	C	D
M1	GL	EL	GL	ML
T5	EL	GL	ML	GL
F9	ML	ML	EL	EL

För en erfaren schemaläggare torde ett schemaläge av ovanstående slag inte erbjuda några större svårigheter. Nu antas emellertid att berörda lärare själva, och utan att ändra schemat i övrigt, ska bestämma var de tre ämnena skall placeras. En direktdemokratisk schemaläggning reser omgående två nyckelfrågor. Hur skall voteringsproceduren tillgå? Vilka preferenser har lärarna för olika alternativ? Det kan synas tillräckligt, att varje lärare bara tar ställning till den egna undervisningens placering. Under konstruktionen av schemat är det dock, till skillnad från utformningen av de initiala kraven, nödvändigt att se till schemat i dess helhet. Jag anser således att ett direkt medbestämmande vid schemats slutliga detaljutformning måste inkludera ställningstaganden och ansvar i frågor som sträcker sig utöver den egna undervisningen. De tre lärarna i exemplet antas därför, var för sig, kunna rangordna de fyra lösningsalternativen. Resultatet härav jämte deras motiveringar är som följer.

	Rangordning		
Lär	bäst	sämst	Motiv för rangordningen

GL	A-B-C-D	Ur elevsynpunkt är det bäst med gymnastik på M1. På T5, just efter lunch, är det inte lämpligt med kroppsövningar. Alltså A före B och C före D.
----	---------	--

Eftersom EL föregående år hade undervisning på F9, och därtill i en klass där många elever kom försent efter gymnastik på F8, så bör EL nu skonas från den betungande undervisningen på F9. Alltså A och B före C och D.

Rangordning

<u>Lär</u>	<u>bäst</u>	<u>sämst</u>	<u>Motiv för rangordningen</u>
------------	-------------	--------------	--------------------------------

EL	B-C-D-A	Engelska på M1 är bäst ur elevsynpunkt och passar därtill fint in i det egna schemat. A är ett mycket dåligt alternativ eftersom det spräcker en annars undervisningsfri tisdag för EL. C och D kan accepteras eftersom EL hade trivts mycket bra i den aktuella klassen föregående år och därför räknar med att kunna bemästra den vanligtvis besvärliga sista timmen på fredag. Ur elevsynpunkt är matematik bättre än gymnastik efter lunch.	
ML	C-D-A-B	Alternativ C är bra för såväl elever som för ML. D är bra för eleverna men spräcker en annars fri måndagseftermiddag för ML. Matematik i den klassen på F9 är OMOJLIGT! Föredrar engelska framför gymnastik för eleverna efter lunch.	

Utifrån de individuella preferenserna, som alltså är transitiva, ska det alternativet väljas som i någon mening är 'bäst för samtliga'. Urvalsprocessen tänkes här ske via successiva voteringsordningar där alternativen ställs mot varandra två och två. Ett alternativ som röstats ner av majoriteten tas aldrig upp på nytt. Till slut ger voteringsordningarna ett segrande alternativ som blir majoritetens beslut. Ett sådant voteringsförfarande innehåller följande intressanta men besvärliga fenomen.

De fyra alternativen kan hanteras enligt 12 olika voteringsordningar. I 3 av dessa fall blir majoritetsbeslutet A, i 5 fall B, i 3 fall C och i 1 fall D. Via manipulering av voteringsordningen kan man alltså få vilket som helst av alternativen till att bli majoritetens beslut. Därtill resulterar voteringsförfarandet i det märkliga fenomenet att, oavsett vilket alternativ som väljes, så finns det alltid ett annat alternativ som har majoritetsföreträde. Möjligheten att via en formellt oantastlig voteringsordning få D som slutresultat verkar minst sagt märklig eftersom samtliga lärare föredrar C framför D. Beslutsordningen 'en man en röst och majoritetsbeslut' tycks alltså vara en högst diskutabel beslutsprocedur för det aktuella exemplet. Förklaringen här till är att exemplet representerar en sk beslutscykel. Majoriteten föredrar nämligen A framför B, B framför C samt C framför A. I litteraturen benämns en sådan rundgång "voteringsparadox".

Med majoritetsbeslut och en röst per individ kan det uppställda problemet inte ges en entydig och intuitivt acceptabel lösning. Vad finns det då för alternativa beslutsordningar att tillgå? Svaret är att det faktiskt finns lika många som fantasin kan finna på, men att ingen kan bevisas vara generellt riktig eller rättvis. Jag ska i korthet illustrera detta med några enkla variationer på det teoretiska grundtema som diskuteras närmare i avsnitt A1.3.

Successiva voteringsröster med oförändrade individpreferenser ger ett entydigt resultat om man tummar lite på principen 'en man en röst'. Det visar sig nämligen, att om varje individ i stället för att lägga en röst på sitt högst rangordnade alternativ i varje voteringsomgång lägger det antal röster, som motsvaras av alternativens preferensavstånd, så blir det kollektiva voteringsbeslutet alltid C. GL lägger sålunda 1 röst på A vid votering mellan A och B, 2 röster på A vid votering mellan A och C, 3 röster för A vid votering mellan A och D, osv. De individuella röstetalen blir alltså beroende av voteringsalternativen. Individerna blir i princip likställda men en person som anser att alternativen ligger långt från varandra har ett starkare inflytande på resultatet än den som anser att alternativen är mera likvärda.

En votering grundad på preferensavstånd kan inte generellt garantera ett entydigt resultat. Om exempelvis lärare ML ändrar preferensordningen för sina två sämsta alternativ så leder preferensavstånds-voteringen till att A och D får lika röstetal och att B och C får lika röstetal, detta trots att det är ett udda antal individer som röstar. Om lottnings tillgrips i jämviktsslagen, så kommer slutresultatet, oavsett voteringsordningen, att bli B eller C. En närmare analys av fallet visar nämligen att det enbart är lottdragningen mellan B och C som avgör utfallet. För fullständighetens skull ska här också nämnas att med ML's ändrade preferensordning ger den ursprungliga voteringsprocessen alltid alternativ B som slutresultat.

Nu är det ju inte givet att majoritetsbeslut skall fattas genom successiva voteringsröster. Ett annat välbekant tillvägagångssätt består i att tilldela alternativen poäng utifrån individernas preferenser. Utgår vi från de ursprungliga preferenserna för GL, EL och ML och tilldelar alternativen värden enligt skalan 4-3-2-1, så blir de sammanlagda poängen följande: C=9, B=8, A=7 och D=6. Alternativ C vinner alltså. Eftersom alla individer rangordnar C före D så ligger det nära till hands att ifrån början utesluta D för att på så sätt få en enklare beslutssituation. När D tas bort och poäng utdelas enligt skalan 3-2-1 blir resultatet: A=6, B=6 och C=6. Det går alltså inte att särskilja alternativen sedan D tagits bort. Allmänt gäller faktiskt att såväl poängräkningens som voteringsens slutresultat kan ändras via införande/borttagande av s k Pareto-dominerade alternativ. Med det så här långt diskuterade exemplet som bakgrund ska jag nu ta upp mera generella tolkningar och slutsatser av de fenomen som har påvisats.

A1.3 AXIOMATISKT SOCIALT BESLUTFATTANDE

Grundparadoxen i föregående avsnitt är klassisk och har varit föremål för omfattande teoretiska studier. Efter Kenneth Arrows grundläggande arbete på området kallas paradoxen även för "Arrows paradox", jfr Arrow (1951). Larsson (1983) ger en introducerande översikt av problemområdet. Utan att gå närmare in på olika ansatser som gjorts för att tackla det kollektiva beslutsfattandets formella paradox ska jag i korthet relatera några övergripande slutsatser som Plott (1976) gör i en omfattande artikel med titeln "Axiomatic Social Choice Theory: An Overview and Interpretation".

Forskningen om axiomatiskt socialt beslutsfattande tar genomgående upp två huvudfrågor. Å ena sidan gäller det att uppställa axiomatiska system för formellt beslutsfattande och å andra sidan handlar det om att avgöra vad som är intuitivt rimligt, demokratiskt och allmänt acceptabelt beslutsfattande. De grundläggande svårigheterna, som här ständigt aktualiseras, är att de axiomatiska ansatserna inte visar sig kunna garantera intuitivt acceptabla resultat och att de intuitiva synpunkterna inte fullt ut kan uttryckas i konsistenta axiomsystem. Efter en grundlig genomgång av problemområdet drar Plott följande slutsatser.

In very general terms, it seems that we cannot inquire about what kinds of processes "give people what they want". The concept of "process" seems to be inconsistent with the concept "what the people want". The reason appears to be that the latter concept which is actually the concept of social preference in disguise, suffers from a type of fallacy of composition. It illegitimately presupposes that a property, preference, of each individual in a group is also a property of the group.

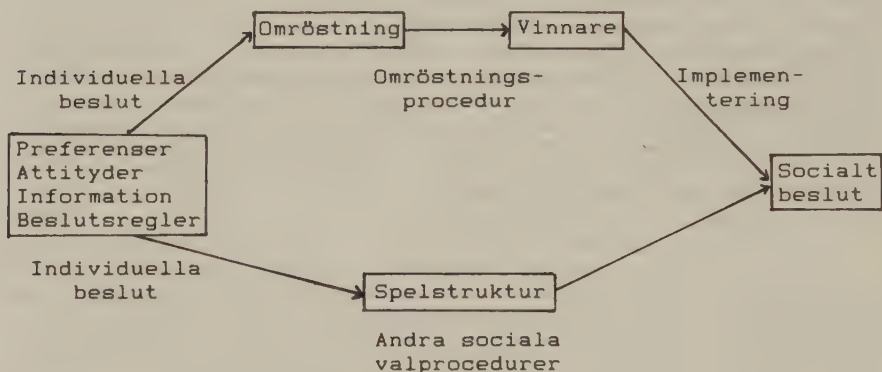
(Plott, 1976, p 553)

Plott formulerar sina slutsatser efter att ha konstaterat, att en social beslutsprocess måste styras av en 'dictator' eller frikopplas från de individuella preferenserna om den ska uppfylla följande intuitivt rimliga krav. Med hänsyn till sammanhanget uttrycker jag axiomen i en något förenklad och lätt populariserad form.

- De sociala preferenserna är transitiva.
- De sociala indifferenserna för olika alternativ är transitiva.
- Den sociala attityden till två alternativ är oberoende av andra alternativ.
- Den sociala attityden till två alternativ kan alltid definieras.
- Den sociala preferensen för ettdera av två alternativ beror på individernas preferenser.
- Det sociala beslutet är oberoende av hur individerna rangordnar omöjliga alternativ.

- Den sociala beslutsprocessen ska resultera i ett rationellt beslut i enlighet med de sociala preferenserna.

Eftersom det inte visat sig vara möjligt, att konstruera generella och konsistenta beslutssystem, som på formell väg aggregerar individuella preferenser till sociala preferenser, så ifrågasätter Plott "the concept of social preference". Plott gör en intressant men helt fragmentarisk uppdelning av socialt beslutsfattande i voteringsprocedurer och andra sociala beslutsprocesser enligt figur A1.1. I figuren är omröstningsproceduren mekanisk och "involve no behavior, no strategy, no attitudes, no people, etc" (p 557). Andra sociala valprocedurer däremot "involve people (at least one) as well as all the complicating factors that people bring along" (p 557).



Källa: Plott (1976) p 557.

Figur A1.1 Social beslutsprocess

Enligt Plotts figur består den sociala beslutsprocessen av en sammanlänkning av den formella omröstningsproceduren med det han kallar andra sociala valprocedurer. Vad denna sammanlänkning innebär och vilka problem den i sig innehåller går Plott inte in på. Här antyds en svårhanterlig beslutsordning som exempelvis aktualiseras när ett skolschema konstrueras via ett datorsystem.

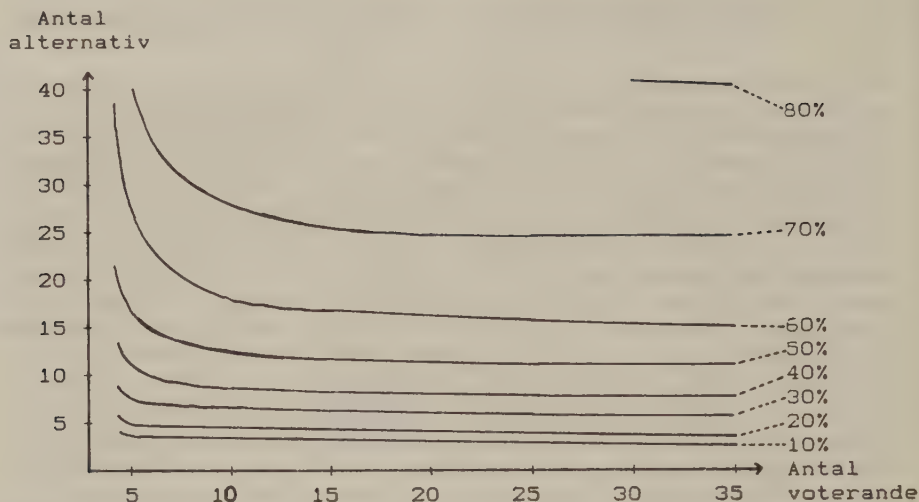
En formell schemalägningsprocess kan alltså inte garantera ett demokratiskt acceptabelt schemasresultat. Ett försök med formell demokratisk kalkylering av ett schema kan exempelvis kräva en dikterande beslutsfunktion, som sätter sig över de individuella önskemålen. Detta är en intressant, men samtidigt också kontroversiell, problemspekt i samband med datoriserad schemaläggning. Den formella kalkylens begränsningar i dessa sammanhang ska därför belysas ytterligare.

A1.4 FORMELL SCHEMADEMOKRATI - UTOPI OCH/ELLER SKENDEMOKRATI?

Det kombinatoriska exemplet med lärare GL, EL och ML i föregående avsnitt var givetvis konstruerat för att i första hand åskådliggöra voteringsparadoxens teoretiska och praktiska dilemma. Exemplet är realistiskt ifråga om konfliktsituationer och lärarpreferenser. Ett schema är fullt av delproblem av just det slag som exemplet visar prov på. En kalkylering i en kollektiv beslutssituation behöver nu inte nödvändigtvis innebära en beslutscykel. Hur vanligt är det då med beslutscykler i samband med schemaläggning? Ett uttömmande svar på denna fråga kräver omfattande analyser av schemakonflikternas innehåll och lösningar i relation till individuella och kollektiva preferenser. Närmare undersökning av dessa hittills utforskade schemafrågor ligger utanför denna studies ramar. Utifrån tillgängliga teoretiska resultat går det dock att ge klara belägg för att voteringsparadoxen är så vanligt förekommande vid formell schemaläggning, att man rimligen inte kan bortse från dess existens och dess konsekvenser. En rad forskare har beräknat hur olika faktorer i en formell kollektiv beslutssituation påverkar sannolikheten för voteringsparadoxens uppkomst. Några av dessa resultat, vilka direkt kan överföras till schema-problematiken, visar att:

- risken för en beslutscykel mera beror på antalet beslutsalternativ än på antalet voterande, Garman and Kamien (1968), Niemi and Weisberg (1968), Pomeranz and Weil (odated.).
- ju mer divergerande de individuella preferenserna är ju större är risken för en beslutscykel, Bjurulf (1972a), Plott (1976).

Via omfattande datorsimuleringar har Pomeranz och Weil kartlagt med vilka sannolikheter beslutscykler uppträder för alla kombinationer av 3-40 beslutsalternativ och ett udda antal voterande individer i intervallet 3-37 individer. 15000 beslutsprocesser har simulerats med slumpvisa individpreferenser och enkelt majoritetsbeslut. Simuleringarnas tabellerade sannolikheter har jag utnyttjat vid uppritandet av risknivåkurvorna i figur A1.2. Varje nivåkurva motsvarar en viss sannolikhet (riskprocent) för en beslutscykel vid variationer av antal alternativ och antal individer.



Enligt data från Pomeranz and Weil (odat.)

Figur A1.2 Risknivåkurvor för beslutscykel

Av figuren ovan framgår att en ökning av antalet alternativ höjer beslutscykelrisken betydligt mera än en motsvarande ökning av antalet individer. Exempelvis innebär kombinationen 5 alternativ och 5 individer en beslutscykelrisk på 20 %. Vid ett tillskott av 5 alternativ i denna kombination tangeras risknivåkurvan för 40 %. Vid ett tillskott av 5 individer blir avvikelserna från 20%-nivån knappast märkbar. Det är således inte antalet 'kockar' utan antalet möjliga 'ingredienser', som gör 'beslutssoppans' tillredning riskfylld.

Bjurulf (1972a) visar i samband med simuleringar av olika koalitionsstrukturer vid parlamentariska beslutssituationer att sannolikheten för en beslutscykel för fallet med 5 voterande parter och 5 voteringsalternativ ökar från 20 % till 35 % under förutsättningen, att alla parter har olika förstahandsalternativ i sina preferensordningar. I parlamentariska församlingar visar det sig, Bjurulf (1972b, 1973), att voteringsparadoxer förekommer mindre frekvent än vad som skulle kunna förväntas enligt sannolikhetsvärdena. Huvudanledningen härtill är att man först förhandlar fram ett minimum av alternativ, helst bara två, innan en fråga tas upp till formell omröstning. Hur är då förhållandena i samband med schemaläggning?

De initiala schemaförslagen från schemats intressenter är inte fullständiga alternativ i så mening att de direkt kan tas upp till voteringsavgörande. Schemats omfattning och komplexitet gör att det endast i triviala undantagsfall går att direkt avgöra om en lärares krav är i konflikt med andra krav. Det krävs ett successivt preciserande av schemat för att de intressanta och slutligt avgörande alternativen skall kunna urskiljas. En förhandsvotering om enstaka lektioners placeringar

skulle vara ohanterlig på grund av alternativens mångfald och i stort sett meningslös på grund av oöverblickbara schemakonsekvenser.

Mot bakgrund av schemaproblematikens omfattning och de ovan redovisade sannolikhetsvärdena finner jag det rimligt, att dra följande hypotetiska slutsats. Om schemat lägges via ett successivt uppställande av delproblem med hanterbara mängder alternativ (storleksordningen 5-10 alternativ), och man löser dessa problem med majoritetsbeslut via successiva voteringar av berörda parter, så bör voteringsparadoxen aktualiseras i minst 25 % av fallen. Jag går här inte in på alla oavklarade frågor om hur många och vilka mer eller mindre lättavgränsade alternativmängder, som kan urskiljas under ett schemas läggning. Jag kommenterar ej heller den administrativt till synes ohanterliga proceduren där skolans alla lärare gemensamt och stegvis voterar sig fram till sitt slutliga schema. Om den antydda formen av majoritetsbeslut i stället tänkes ske via datoriserade beräkningar och med beaktande av individuella preferenser, så tycks det alltså finnas starka motiv för att granska utfallet i demokratiskt hänseende. Jag framhåller detta, inte enbart på grund av vad som hittills anförts, utan också därför att jag i olika sammanhang ofta hört bl a schemaläggare säga att en dators schemaberäkningar innebär ett optimalt, objektivt och demokratiskt lagt schema utifrån de förutsättningar som ges.

Jag har observerat två olika typfall där schemaläggare, som har fått sitt schema datorlagt, har framhållit de demokratiska kvaliteterna hos det formellt konstruerade schemat. I första fallet har alla berörda varit genomgående positiva till det formella resultatet. I andra fallet har schemaläggaren hävdat datorschemats demokratiska kvaliteter som ett argument mot lärarnas kritik av utfallet. Personella och andra omständigheter på den enskilda skolan kan givetvis anföras som förklaringar till resultatet av, och reaktionerna på, ett datorlagt schema. Därutöver vill jag här även anföras voteringsparadoxens uppenbara, men hittills dolda roll i sammanhanget. Paradoxen utesluter ju på intet vis möjligheterna, att en formell kalkylering, givet vissa förutsättningar, kan ge ett socialt och intuitivt acceptabelt resultat. När så sker, första typfallet ovan, så är det dock en klart utopisk tanke som uttrycks när datorns kalkylerande tas som en generell garant för ett demokratiskt och rättvist schema. I andra fallet, där alltså voteringsparadoxen i betydande grad kan antas ha präglat resultatet, ser jag det som ett utslag av skendemokrati om man, utan närmare granskning, accepterar utfallet inför argumentet att datorn skulle vara den kombinatoriska demokratins vågmästare.

Den sammanfattande slutsatsen angående formell schemaläggning blir alltså att man av demokratiska skäl bör granska, komplettera och vid behov revidera ett datorlagt schema. Hur ska då detta tillgå? Schemaläggaren framstår här trots datoranvändning, eller egentligen just på grund av datoranvändning, som en nyckelperson, jfr det tidigare påpekandet om 'diktatorns' roll vid beslutscykler. Schemaläggaren har alltså fortfarande ett övergripande ansvar som inte kan datoriseras.

Jag anser inte att det av principiella skäl skulle vara omöjligt med en mera kollektivt lärardeltagande i schemalägningsprocessen. Schemaläggarens 'revirinstinkt' samt inte minst lärarnas krav på att schemaläggaren faktiskt skall göra grovjobbet ser jag dock på kort sikt som de väsentligaste hindren för ett ökat direkt medbestämmande. Därtill tror jag att fackorganisationernas intressen, kompetens och engagemang i många fall måste vidgas från att huvudsakligen ha berört de primära och partsdominerande utgångskraven, samt granskningen av slut-schemat, till att även gälla själva processen med schemats fortlöpande konstruktion. Det är nämligen ytterst vanskligt, att på ett insiktsfullt och konstruktivt sätt, kunna diskutera och argumentera kring schemats utgångskrav relativt dess slutresultat utan beaktande av den komplicerade lägningsprocessen.

I formellt hänseende kan en beslutscykel enkelt hanteras med lottens hjälp, exempelvis slumpmässig bestämning av voteringsordningen. Trots att man härigenom åstadkommer en "matematisk rättvisa", Bjurulf (1972b), så kvarstår det sociala accepterandet av en sådan lösning. Ett reservationslöst accepterande av slumpens direktiv ser jag som en alltför urvattnad form av demokrati och medinflytande. Därtill kan det vara svårt att såväl presentera som acceptera en obekväm schemalösning om enda argumentet är dess slumpmässigt rättvisa utfall. Antag exempelvis att en slumpmässig bestämning av voteringsordningen i exemplet med lärarna GL, EL och ML ger alternativ A som slutresultat. Utan en närmare analys av beslutssituationen förefaller det här svårt att sätta tilltro till 'slumpens demokratiska sinnelag'. En majoritet (EL och ML) föredrar ju faktiskt såväl C som D framför A. Som tidigare framhållits kan motsvarande majoritetsinvändningar göras oavsett vilket alternativ slumpen ger. Även efter ingående diskussioner mellan berörda parter och prövning av olika ändringsförslag kan det visa sig nödvändigt att behålla en obekväm schemalösning. Först genom en bearbetning av förhållandena i och omkring en viss lösning, antingen detta innebär förändring eller ej, skapas underlag för ett individuellt och socialt accepterande av schemat.

APPENDIX 2: SYSTEM- OCH MODELLBESKRIVNING

A2.1 INLEDNING

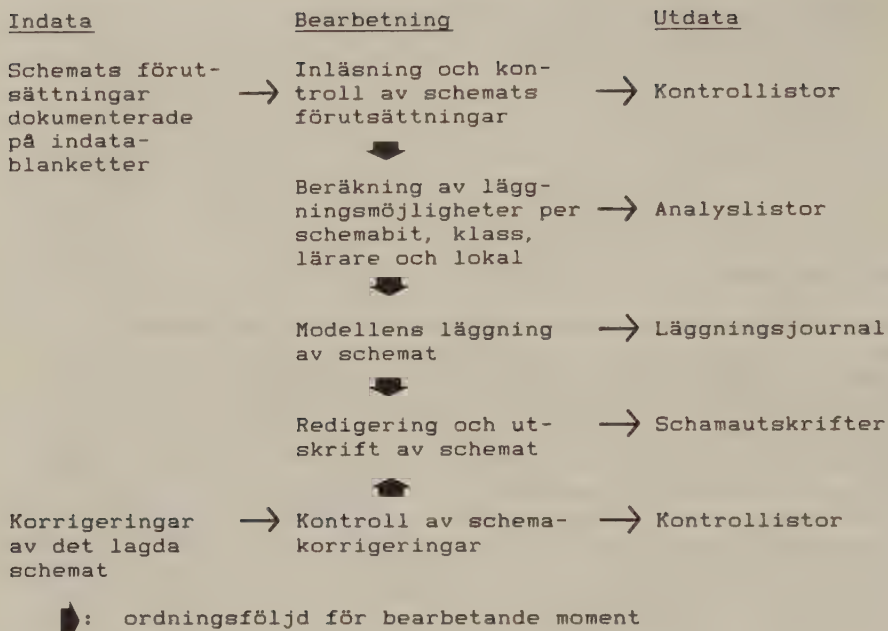
I detta appendix behandlas schemasystemets indatablanketter, resultatrapporter och schemaläggande funktioner. Vidare redovisas de överordnade principerna för läggningssmodellens stegvisa utläggning av schemat. Här ges inga anvisningar om hur systemet i praktiken kan, eller bör, utnyttjas i olika konkreta schemaläggningssituationer. I brukardokumentationen, Kommunedata (1978), ges exempel på olika tillämpningar. Läggningssmodellens beskrivning kommer inte att drivas så långt i sin precisionsgrad att exakta formeluttryck behöver tillgripas. Som orientering kan nämnas att programbiblioteket för hela systemet omfattar drygt 29.000 rader programkod (huvudsakligen FORTRAN). De systemfunktioner som skisseras närmare i figur A2.1 nedan, de primärt schemahanterande funktionerna, upptar närmare 19.000 rader programkod.

A2.2 SCHEMASYSTEMET

A2.2.1 Systemöversikt

Schemasystemet kan på traditionellt sätt indelas i en indatadel, en bearbetad del och en utdatadel. I figuren nedan har indata och utdata markerats kring en grovindelning av systemets bearbetningsmoment.

Systemets inläsning och kontroll av schemaförutsättningarna sker på för datorsystem traditionellt sätt och kommer därför inte att beröras närmare. Beräkningen av läggningssmöjligheter innebär konsekvensberäkningar av hur tidsrestriktionerna för klasser, lärare och lokaler påverkar schemabitarnas placeringsmöjligheter samt en bestämning av de initiala möjligheterna att aktivera schemats klasser, lärare och lokaler på olika schemapositioner. I dessa beräkningar beaktas även läggningssrestriktioner som exempelvis krav på dubbeltimmar. Modellens stegvisa läggning av schemat presenteras närmare i avsnitt A2.3.2. Kontrollen av schemakorrigeringsarna innebär huvudsakligen kontroller av att de manuella korrigeringsarna av det i datorn lagrade schemat inte resulterar i dubbelbokningar. Systemets indatablanketter och dess resultatlistor kommenteras i korthet i nästföljande två kapitelavsnitt.



Figur A2.1 Schemasystemets huvudfunktioner

A2.2.2 Indatablanketter

Systemets indata dokumenteras på följande blanketter.

<u>Blankett</u>	<u>Användningsområde</u>
-----------------	--------------------------

0	Kundadministrativa upplysningar och specificering av systemets bearbetning
1A, B	Beteckningar för schemats klasser, lärare och lokaler
2	Antal veckotimmar och tidsdisponering för klasser
3	Antal lokaler per lokalgrupp
5	Antal veckotimmar och tidsdisponering för lärare
6	Tidsdisponering för lokaler
7	Specificering av schemabitar
8	Styrning och prioritering av utläggningen
9	Korrigerering av hela schemabitars placering i schemat
10	Korrigerering av enskilda aktiviteter i schemat

På indatablanketterna finns förklarande text som anger vilka inkodningsmöjligheter som finns. Vid den samlade genomgången av systemets schemaläggande funktioner, avsnitt A2.3.1, medtages även blankettbaserade funktioner. Som illustration återges den mest frekvent använda blanketten, blankett 7 för dokumentering av schemabitar.

1 2 3 107		Kommunedata SKOLESERVICE		DATASKEMA		7		Skemabit nummer 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	
FAG		LÆ	LOKALE	KLASSER					
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
Antal udfyldte linier	Antal timer i træk	Antal timer pr. uge	Skemabiten skal på skemaet følges af bit nr.	Skemabiten må ikke lægges på samme dag som nogen af følgende skemabiter				1-tal for dag hvor skemabiten ikke må lægges	
15	17	18	20	53				71	
								M T O T F	

6140.0670 SKM

A2.2.3 Resultatrapporter

Den maskinella bearbetningen av schemat redovisas i ett flertal olika rapporter. De olika rapportslagen, som anges i figur A2.1, har följande huvudinnehåll.

Kontrollistor

I princip en utskrift av indatablanketternas schemaförutsättningar. Schemabitarna redigeras även lärarvis till en tjänstefördelning. Felmarkeringar sker helt i klartext.

Analysistor

De potentiella lägningsmöjligheterna anges per klass, lärare, lokal och schemabit för varje schemaposition.

Lägningsjournal

Lägningsmodellens stegvisa utarbetande av schemat dokumenteras i en kommenterande journalutskrift. Exempelvis markeras olösliga schemalägen som förorsakar utsparkning av schemabitar.

Schemautskrifter Det lagda schemat, såväl schemaförslag som slutjusterat schema, redovisas via:

- separat veckoschema i A4-format för varje klass, lärare och lokal.
- komprimerat översiktsschema för klasser, lärare och lokaler.
- dispositionsplan som bara anger när klasser, lärare och lokaler är schemalagda.

A2.2.4 Moduluppdelning

En kundskola kan beställa datorbearbetning av sitt schema enligt följande 6 moduler:

<u>Modul</u>	<u>Omfattning</u>
1 Tillvals-schema	Parallellläggning av tillvalsämnen till schemamässiga tillvalsblock. (Detta fristående programsystem diskuteras inte i denna rapport.)
2 Schema-förslag	De centrala delarna av schemasystemet, motsvarar de fyra första bearbetningsmomenten i figur A2.1.
3 Tavelut-utskrift	Det datorlagda schemat skrivs ut med en redigering som möjliggör direkt kopiering till en schematavlas planeringsbrickor. Via modul 3 kan schemat manuellt slutjusteras på en planeringstavla.
4 Skema-kontroll	Manuella justeringar av schemat, se figur A2.1, kontrolleras, bl a avseende dubbelbeläggningar.
5 Schema-böcker	Via fotosättning trycks det slutliga schemat. Veckoschemat per klass, lärare och lokal binds samman till ett häfte i A5-format.
6 Schema-utskrift	Det slutliga schemat (veckoschema och översiktsschema) skrivs ut utan den kompletterande informationen (bl a schemabitsnummer), som ingår i utskrifterna från modul 2.

Moduluppdelningen av den datoriserade schemaproduktionen möjliggör en differentierad prissättning med avseende på schemats storlek och med avseende på olika bearbetningsformer. Skolorna kan själva avgöra enligt vilka moduler schemat ska bearbetas. Modulerna 3-6 omfattar huvudsakligen olika redigeringar och utskrifter av schemat. En förutsättning för utnyttjandet av dessa moduler är att modul 2 först har körts och att lägningsmodellen har producerat ett schemaförslag. I fortsättningen är det enbart modul 2 som behandlas.

A2.3 LÄGGNINGSMODELLEN

A2.3.1 Schemaläggande funktioner

I detta avsnitt görs en samlad uppräknig av modellens schemaläggande funktioner. Uppräknigen avgränsas till generellt användbara och väsentliga funktioner, vilka direkt hänger samman med schemats maskinella läggning och dess innehållsmässiga utformning. Funktionsgenomgången avser att klargöra på vilka olika sätt schemats förutsättningar kan uttryckas och inom vilka ramar läggningssmodellen opererar. Genomgången inleds med systemets beteckningsrestriktioner och avslutas med dess kapacitetsgränser. Modellens läggningssprinciper och dess stegvisa uppbyggnad av schemat behandlas i nästa avsnitt.

- (M) anger att funktionen ligger i modellen och inte kan utlösas eller påverkas av systemanvändaren.
- (B X) anger att funktionen ifråga kan utnyttjas av systemanvändaren på blankett X.

Beteckningsrestriktioner

- Ämne : Valfri alfanumerisk text på max 10 tecken (B 7)
- Klass : " " " " " 3 " (B 1A)
- Lärare : " " " " " 2 " (B 1A)
- Lokal : " " " " " 4 " (B 1B)
- Lokalgrupp: " " " " " 4 " (B 1B)
- Schemabit : Löpande numrering från 1 och uppåt (B 7)

Schemabitsfunktioner

- Lokalspecifikationen i en bit kan för varje aktivitet ske på tre olika sätt (B 7):
 - 1) Specifik lokal.
 - 2) Lokalgrupp ur vilken aktiviteten ska disponera en lokal.
 - 3) Blank lokalangivelse, vilket betyder att aktiviteten läggs utan lokalreservering.
- Antal timmar i rad (1 till 9), som biten omfattar vid varje utläggning (B 7).
- 1 till 5 utläggningar per bit (B 7).
- Varje bit läggs bara 1 gång/dag (M).
- En schemabit som skall läggas ut 2 till 4 gånger läggs om möjligt inte samtliga gånger på dagar intill varandra (M).
- Två schemabitar kan kopplas samman så att de placeras på två lektionstillfällen intill varandra i fast, eller för modellen valfri, sekvens. Kopplingen innebär inte styrning till någon bestämd plats i schemat. (B 7).

- Restriktioner om vilka schemabitar som inte får läggas på samma dag, detta oavsett vilka dagar det gäller (B 7).
- Uteslutning av dagar där schemabiten inte får läggas (B 7).
- En valfritt stor delmängd av schemabitarna (de lägsta bitnumren) kan ges en generell prioritering så att modellen lägger dessa bitar före övriga bitar (B 8).
- Med en speciell prioritering kan ett valfritt antal schemabitar i läggningens inledning styras till (B 8):
 - 1) bestämd dag och timme inom dagen, direkt placering.
 - 2) " " men för modellen valfri timme inom dagen.
 - 3) för modellen valfri dag men bestämd timme på dagen.
 - 4) för modellen valfri dag och timme, tvingande bitval.
- En bit ska läggas som yttertimme (först eller sist på dagen) för en klass (B 7).
- Schemabitars placeringar kan, med uppdelning på enkel-, dubbel- och trippeltimmar, styras till olika hierarkiskt ordnade placeringsalternativ inom en schemadag (B 8).

Klassfunktioner

- Blockering av schemapositioner där klassen inte får ha schemalagd undervisning (B 2).
- Antal schemapositioner klassen skall schemaläggas, kontroll gentemot blankett 7 (B 2).
- Antal elever/klass (B 1A)
- Klasslunchsalternativ på två, intill varandra liggande, lektionstillfällen för varje dag (B 1B).
- Maximalt antal ätande elever/lunchtillfälle/dag (B 1B).
- Fast eller valfri klasslunch på ettdera av varje dags två lunchalternativ (B 2).

Lärarfunktioner

- Blockering av schemapositioner där läraren inte får ha schemalagd undervisning (B 5).
- Antal schemapositioner läraren ska schemaläggas, kontroll gentemot blankett 7 (B 5).
- Maximalt antal lektioner läraren får ha per dag (B 5).
- Sortering av alla lärarorienterade rapporter i lärarsignaturernas bokstavsordning (B 1A).

Lokalfunktioner

- Blockering av schemapositioner där lokalen inte kan utnyttjas (B 6).
- Antal disponibla lokaler/lokalgrupp/schemaposition (B 3).

Schemajusteringsfunktioner

- Schemabitar flyttas inom, in i eller ut ur schemat (B 9).
- Aktiviteter flyttas inom eller ut ur schemat (B 10).
- Nya aktiviteter införs i det lagda schemat (B 10).

Kapacitetsgränser

999	Schemabitar	9	Lokaler/lokalgrupp
99	Klasser	5	Dagar/vecka
99	Lärare	9	Schemapositioner/dag
99	Lokaler	30	Rader per schemabit
14	Lokalgrupper		på blankett 7, dvs max 3 sidor per bit

A2.3.2 Läggningsprinciper

I detta avsnitt beskrivs de principer läggingsmodellen arbetar efter vid den stegvisa uppbyggnaden av schemat. Enligt figur A2.1 är det "Modellens läggning av schemat", som behandlas. Härvid förutsätts att schemasystemets föregående delar, enligt figur A2.1, har ombesörjt "Inläsning och kontroll av indata" samt "Beräkning av läggningalternativ per bit, klass, lärare och lokal". Diskussionen kommer att hållas på ett principiellt plan utan programmeringstekniska detaljer vad gäller hanteringen av exempelvis kopplingar mellan schemabitar, klassluncher, dagintervall för bitar som läggs flera gånger, restriktioner för bitar som inte får läggas samma dag, osv, osv. I modellens stegvisa konstruktion av schemat företas en utläggning per läggingssteg. Inom varje läggingssteg arbetar modellen enligt tre huvudfunktioner:

- Bestämning av schemabit och lämplig placering för denna bit.
- Kontroll av konsekvenser av den bestämda utläggningen.
- Uppdatering av schemaläget vid utläggningens genomförande.

En utläggningens genomförande kräver omfattande, men i stort rutinartade, matrisoperationer för uppdatering av schemaläget. Det saknar intresse att här gå in på några detaljer i anslutning till schemats uppdatering.

Utläggningens konsekvenser kontrolleras inte för de utläggningar där modellanvändaren direkt styr enskilda schemabitar placeringar. När kontrollen företas syftar den till att spåra

upp olösliga schemakonflikter, som uppstår som en direkt konsekvens av den bestämda utläggningens genomförande. Om den kontrollerade utläggningen visar sig medföra oacceptabla konsekvenser exempelvis utsparkning av en schemabit, så annulleras utläggningen och modellen bestämmer en ny utläggning.

En utläggning bestäms enligt ett sökförfarande, som i sina huvuddrag går ut på ett successivt beaktande av:

- systemanvändarens speciella prioriteringar
- systemanvändarens generella prioriteringar
- tvingande utläggningar enligt det aktuella schemaläget
- vilken utläggning som bör göras enligt heuristiska kalkyler

Modellens stegvisa schemaläggning verkställer först systemanvändarens speciella och därefter hans generella prioriteringar, se avsnitt A2.3.1 angående prioriteringar. Vid speciell prioritering till viss dag och timme är utläggningen redan på förhand bestämd och ska omedelbart genomföras. Vid de övriga tre slagen av speciell prioritering ombesörjer modellen en kalkylering av lämplig schemaposition för aktuell bit. Vid generell prioritering bestäms såväl schemabiten som dess placering via modellens kalkylering.

Läggningssituationen för en klass indikerar en tvingande utläggning när exempelvis 7 timmar kvarstår att lägga ut och klassens resterande schemabitar tillsammans kan läggas på 7 olika positioner, dock inte nödvändigtvis samtliga bitar på alla 7 positionerna, samt det på en av dessa positioner bara finns ett bitalternativ tillgängligt. Motsvarande gäller för lärare och lokaler.

Läggningssituationen för en schemabit kan indikera en tvingande utläggning även om det exempelvis finns 5 alternativa placeringsmöjligheter för en bit som bara skall läggas två gånger. Om dessa 5 alternativ är fördelade på två dagar med 4 alternativ på ena dagen och 1 alternativ på den andra dagen, så måste biten utnyttja andra dagens alternativ för att undgå utsparkning.

När ingen styrd eller tvingande utläggning föreligger bestämmer modellen nästa utläggning i två steg. Först bestäms vilken av de resterande bitarna som bör läggas. Därefter bestäms var biten bör läggas. Bitkalkylen innebär en heuristisk sammanvägning av en rad storheter. I grova drag går kalkylen ut på att i det aktuella schemaläget finna den schemabit som:

- har flest antal timmar i rad
- omfattar flest klasser, lärare och lokaler
- har minst antal placeringsalternativ i förhållande till sitt placeringsbehov

I kalkylen av var den bestämda schemabiten bör läggas sker en heuristisk utvärdering av bitens samtliga läggningssalternativ. Avsikten med utvärderingen är att utröna hur många potentiella läggningssmöjligheter som elimineras för resterande schemabitar

vid den bestämda bitens alternativa placeringar. Modellen väljer ett placeringsalternativ, som har liten reducerande effekt på de resterande schemabitarnas läggningssmöjligheter.

Eftersom de skisserade läggningsprinciperna inriktas på analyser inom ett läggningssteg och modellen inte kan ändra en verkställd utläggning, så kan man svårligen bedöma det samlade schemautfallet enbart på basis av läggningsstegets principiella genomförande. Modellens prestanda kan endast bedömas via praktiska läggningsförsök i full skala, jfr kapitel 7.

APPENDIX 3: EN STRATEGI FÖR MODELLFÖRBÄTTRING

Den modelltekniska läggingsstatistiken, jfr kapitel 7, utnyttjas här för sitt ursprungliga syfte, nämligen som analysunderlag vid ett försök till förbättring av modellens kombinatoriska läggningseffektivitet. Som effektivitetsmått används antalet resternade, utsparkade, schemabitar. Utan inblandning av kombinatorikens formelarsenal kommer omfattande och komplexa problem att diskuteras på ett övergripande plan. Genom att angripa läggingsproblematiken på detta sätt görs långtgående aggregeringar av schemadetaljer. Diskussionen baseras huvudsakligen på det statistiska materialet i tabell B5.12 i bilaga 5.

I den automatiskt loggade modellstatistiken dokumenteras den maskinella schemaläggningen för 138 olika skolor. Tanken är nu, att försöka urskilja några genomgående modellsvagheter i avslutning till utsparkningarna. Utsparkningar kan i princip bero på bristande inkodning eller på modellens bristande läggingsförmåga. Den första orsakstypen rymmer en sådan kombinatorisk mångfald, att en dataljänsanalys av dylika smaband är ytterst vanskelig. Utsparkningarna beror även på hur det stegvisa läggingsförloppet genomförs. Gränsen mellan förutsättningsberoende och modellberoende utsparkningar är svår att fastställa. I många fall torde det även finnas alternativa gränsdragningar för ett givet schemaförslags utsparkningar. En ansats till förbättrad modellläggning kan därför svårigen baseras på en explicit uppdelning i förutsättningsberoende och modellberoende utsparkningar. Med hjälp av loggstatistiken görs istället följande ansats.

Enligt tabell B5.12 framgår att utsparkningarna har starkast korrelering med läggingsprocessens förlopp. Detta förhållande gäller genomgående i alla de olika kundgruppsrelaterade analyserna. Olika former av läggingsstyrande direktiv har en jämförelsevis svag korrelering med utsparkningarna. Slutsatsen härav blir att modellförbättringar i första hand bör utgå från läggingsprocessens förlopp och inte inriktas på effektivare behandling av något visst slag av läggingsdirektiv. Det är givetvis möjligt att tänka sig specialanalyser av hur olika läggingsdirektiv eventuellt påverkar läggingsprocessen. Dylika analyser skulle emellertid leda in på detaljfågor, som inte hör hemma på loggstatistikens övergripande analysnivå. Hur ska då de loggstatistiska sambanden utnyttjas i modellförbättrande syfte?

Korrelationssambanden anger, att det är de bitmässigt tvingande utläggningarna, som har starkast koppling till utsparkningarna. Detta samband ska nu utnyttjas i en skissering av en möjlig och

realistisk utvecklingsstrategi för en effektivisering av modellens kombinatoriska läggningssförmåga. Dessa utvecklingsmöjligheter har inte programmerats och därför ej heller prövats praktiskt.

Få bitmässigt tvingande utläggningar ger alltså få utsparkningar. En första grov ansats till reducering av utsparkningarna blir därför en strävan mot färre bitmässigt tvingande utläggningar. Eftersom denna ansats inte är vare sig uppenbar eller självklart fruktbar, så krävs ett förtydligande.

Alla former av ändrad inkodning lämnas utanför det fortsatta resonemanget kring utsparkningarnas reducering. Det gäller istället att försöka klarlägga den skisserade ansatsens möjligheter och begränsningar inom läggningsmodellens ramar.

Loggstatistiken visar att bitmässigt tvingande utläggningar är starkt korrelerade med utsparkningarna. Det är på grund härav inte givet, att en reduktion av tvingande bitutläggningar i enskilda scheman leder till en reduktion av modellberoende utsparkningar. Analogin mellan loggstatistikens aggregerade resultatmönster och läggningsprocessens stegvisa utsparkningsförfarande är därför en nyckelfråga, som ska granskas närmare.

Bitmässigt tvingande utläggningar kan, liksom övriga slag av tvingande läggningar, tas som tecken på att modellen 'hamnar i', tvingande läggningsslagen. Med avseende på utsparkningarna inställer sig här två för fortsättningen avgörande frågor.

Fråga 1: Leder bitmässigt tvingande utläggningar direkt till att andra bitar sparkas ut?

Fråga 2: Kan modellen undgå att hamna i de schemalägen, som innebär bitmässigt tvingande utläggningar?

Den första frågans relevans klargörs enklast genom antagandet att bitmässigt tvingande utläggningar inte direkt sparkar ut några schemabitar. Utsparkningarna antages således ske i läggningssteg där modellen styrs av andra kriterier. De bitmässigt tvingande utläggningarna kan i så fall enbart ses som implicita utslag av schemaläggningens helhetskomplexitet. Det torde till följd härav vara högst tveksamt om begränsade modelländringar kan leda till någon avgörande reducering av utsparkningarna. Enligt loggstatistikens medelvärdesberäkningar, se tabell B5.7-9, framgår, att modellen genomgående redovisar fler bitmässigt tvingande utläggningar än utsparkningar.

Förutsatt att en betydande andel av utsparkningarna däremot sker som en direkt följd av bitmässigt tvingande läggningar, så skulle en strävan att undgå bitmässigt tvingande läggningssteg rimligen kunna reducera utsparkningarna. Här avses då givetvis inte utsparkningar som bottenar i inkonsistenta förutsättningar.

Den andra frågan får praktisk aktualitet om den första frågan ges ett positivt svar. Vi utgår nu från att så är fallet och ser närmare på vad fråga 2 innebär.

Under läggningsprocessen sker en fortlöpande växling mellan kalkylerade och tvingande utläggningar. Det är vanskligt att försöka reducera de bitmässigt tvingande utläggningarna om dessa regelmässigt föregås av andra tvingande utläggningar. En reduktionsinsats skulle nämligen under sådana omständigheter oundvikligen föra in på schemakombinatorikens komplexa och svårhanterliga mångfald.

Om bitmässigt tvingande utläggningar däremot föregås av modellkalkylerade utläggningar, så är reduceringsproblematiken praktiskt hanterlig. Modellen skulle nämligen i så fall kunna ges möjligheter att kalkylera fram utläggningar, som medför, att bitmässigt tvingande läggningar undviks i närmast följande steg. I nuläget gör modellen ingen direkt bevakning av detta slags alternativa möjligheter.

De översiktliga principresonemangen kring de två huvudfrågorna har fokuserat följande strategi för reduktion av utsparkningarna.

Under läggningsprocessen ska modellen så långt möjligt förhindra/undvika att göra sådana kalkylmässiga utläggningar, att närmast följande läggningssteg blir bitmässigt tvingande. Eventuellt behöver dessa alternativa utläggningsmöjligheter endast utnyttjas i de fall där den annars tvingande utläggningen skulle ha medfört en utsparkning.

Utvärderingen av denna modelltekniska utvecklingsstrategi kan endast ske via praktiska tillämpningsförsök. Jag ska därför kort relatera några väsentliga argument som stöd för uppfattningen, att sådana försök kommer att ge en reduktion av modellens utsparkningar.

För det första ska noteras att den föreslagna utvecklingsstrategin inriktas på avgränsade kontrollanalyser för enstaka steg under läggningsprocessen. Det handlar således inte om något trädsökningsförfarande av oöverblickbart och kostsamt slag. Utvecklingsförslaget kräver därför endast marginellt, troligen försumbart, ökade maskintidskostnader.

För det andra har förslaget klara principiella likheter med den effektivt fungerande sonderande analysen, jfr kapitel 4. En fortsatt tillämpning av stegvisa sonderingar bör därför förväntas ha positiva effekter.

För det tredje ska jag via ett exempel illustrera hur kombinationerna av utlösande läggningskriterier under läggningsprocessen talar för, att utsparkningarna kan reduceras enligt den föreslagna utvecklingsstrategin. Följande resultat erhöles vid granskningen av läggningsjournalen för ett större schema.

Skolans inkodning ställde krav på totalt 956 utläggningar. Modellen kunde prestera 910 läggningar. Den maskinella schemabearbetningen medförde således 46 utsparkningar. Följande tabell visar resultatet från en detaljerad granskning av läggningsjournalens redovisning av utsparkningarna.

Utlösande kriterium i läggnings- steget omedelbart före utspark- ningssteget	Antal ursparkningar för olika kriteriers utlösning av det direkt utsparkande läggningssteget					Summa
	TVKL	TVLÅ	TVLO	TVBIT	KALK	
TVKL	8			4		12
TVLÅ		2		1		3
TVLO			1			1
TVBIT				11	1	12
KALK				11	7	18
Summa	8	2	1	27	8	46

Beteckningar: TVKL = Klassmässigt tvingande läggningssteg
 TVLÅ = Lärarmässigt " "
 TVLO = Lokalmässigt " "
 TVBIT = Bitmässigt " "
 KALK = Av modellen kalkylerat "

Enligt tabellen har 27 av schemats 46 utsparkningar utlösts av bitmässigt tvingande läggningssteg. Detta är en klar indikation på att en betydande andel av utsparkningarna sker i direkt avslutning till bitmässigt tvingande läggningar, jfr fråga 1 ovan. Vidare anger tabellen att 11 av dessa 27 utsparkningar sker sedan en kalkylerad utläggning först lett till den bitmässigt tvingande utläggningen. Dessa 11 utsparkningar utgör således den andelen av exemplets utsparkningar, som utvecklingsstrategin försöker bearbeta. Med möjligheter att kunna angripa storleksordningen 25 procent av schemats utsparkningar bör utvecklingsförslaget tillmätas en betydande potential. Man kan dock inte på förhand dra slutsatsen att totalt 11 utsparkningar kan elimineras i det aktuella exemplet. Varje alternativ utformning av ett läggningssteg ändrar nämligen betingelserna för schemats fortsatta läggning. Praktiska tester måste därför användas för kartläggningen av de totala reduceringseffekterna.

En förbättring av läggningseffektiviteten enligt den föreslagna strategin utesluter inte andra typer av förbättringar. Enligt tabell exemplet ovan, och enligt de loggstatistiska analyserna, torde den skisserade utvecklingsstrategin dock innehålla den största, och enklast realiserbara, utvecklingspotentialen. Som kompletterande upplysning kan här nämnas att för 5 av de 7 utsparkningarna, som föregicks och verkställdes av kalkylerade utläggningar, var det restriktioner om dagkonflikter, som utlöste utsparkningarna. För de 2 resterande av dessa 7 utsparkningar hade modellen uttömt alla alternativa möjligheter och tvingades sparka ut den minst omfattande av de slutligt konfliktterande schemabitarna.

En effektivare modellläggning kan inte enbart användas för en reducering av utsparkningarna. Man kan även överväga att behålla den tidigare utsparkningsnivån och istället formulera här-

dare läggningskrav. En närmare utredning av dylika möjligheter är dock meningsfull först sedan praktiska prov angett inriktningen och omfattningen på utsparkningarnas reducering.

En oreflekterad värdering av reducerade utsparkningar går naturligen i positiv riktning. Det är uppenbarligen bättre ju färre utläggningar, som resterar efter modellkörningen. Avslutningsvis ska jag peka på vissa principiella oklarheter om huruvida en reduceringen av utsparkningarna har någon reducerande effekt på kundbortfallet. Enligt kkapitel 7 har utsparkningarnas omfattning inte något markant samband med kundbortfallet. En sammanfattande granskning av utvecklingsförslagets innebörd visar att den största reduceringseffekten kan förväntas för gruppen kvarvarande kunder. Förklaringen härtill är följande.

Den föreslagna modellutvecklingen inriktas enbart på en reducering av de modellberoende utsparkningarna. Givet en oförändrad inkodning kommer de inkodningsberoende utsparkningarna således att utgöra en proportionellt ökande andel av de totala utsparkningarna. Nya kunder som bortfaller, den i kundstatistiken mest kritiska bortfallsgruppen, har tillskrivits en överrepresentation av inkonsistenta inkodningar med åtföljande utsparkningar. Utvecklingsförslaget innebär därför att störst reducering av utsparkningar kan förväntas för kunder, som normalt fortsätter med modellenanvändningen. En förbättring av modellens huvudfunktion tycks således ge minst effekter för den gruppen av kunder, som inte fortsätter med modellenanvändningen. Den här skisserade tekniskt möjliga effektiviseringen av modellen kan därför inte förväntas ha någon större effekt på kundutvecklingen.

BILAGA 1: KUNDSTATISTIK

Inför schema- läggningen år	Antal kurser	Antal kurs- dagar	Uppskattat antal deltagare	Uppskattat antal skolor
1972	10	3	200	150
1973	17	3	340	255
1974	12	3	240	180
1975	5	4	100	75
1976	4	3/5 *)	80	60
1977	10	3	200	150
1978	8	3	160	120
1979	<u>8</u>	5	<u>160</u>	<u>120</u>
	74		1480	1110

*) 1 kurs om 3 dagar, 3 kurser om 5 dagar.

Tabell B1.1 Statistik över nybörjarkurser

År	Danska kommunala folkskolor	Danska skolor ej kommunala folkskolor	Svenska skolor
1971	34	2	1
1972	77	2	7
1973	113	3	7
1974	140	10	8
1975	92	7	10
1976	99	5	13
1977	117	3	8
1978	141	3	8
1979	<u>141</u>	<u>2</u>	<u>7</u>
	954	37	69

Tabell B1.2 Antal datorlagda scheman

År	Antal				Nya skolor		Nya kommmner		Nya skolor
	nya skolor	nya komm.	kur-ser	per dagar kurs	per kurs	per dag	per kurs	per dag	per ny kommun
1972	53	26	10	3	5,30	1,77	2,60	0,87	2,04
1973	59	37	17	3	3,47	1,16	2,18	0,73	1,38
1974	47	17	12	3	3,92	1,33	1,42	0,47	2,76
1975	9	2	5	4	1,80	0,45	0,40	0,10	4,50
1976	15	4	4	3/5*)	3,75	0,83	1,00	0,22	3,75
1977	27	13	10	3	2,70	0,90	1,30	0,43	2,08
1978	43	17	8	3	5,38	1,79	2,13	0,71	2,53
1979	15	9	8	5	1,88	0,38	1,13	0,23	1,67

*) 1 kurs om 3 dagar, 3 kurser om 5 dagar

Tabell B1.3 Nya kunder relativt nybörjarkurser

År	Antal kund-kommuner	Antal kundskolor i medeltal per kundkommun	Andel kundkommuner med bara en kundskola %	Andel kundskolor som är ensamma i sin kommun %
1971	25	1,36	68	50
1972	46	1,67	65	39
1973	72	1,57	71	45
1974	79	1,77	66	37
1975	53	1,75	66	38
1976	51	1,94	57	30
1977	64	1,83	59	32
1978	75	1,88	64	34
1979	76	1,86	66	36

Tabell B1.4 Kundskolor per kundkommun

Antal kundår i rad	Analysår 1972-79			Analysår 1972-74, 76-79		
	Antal skolor		Andel Avhopp %	Antal skolor		Andel Avhopp %
	som slutat	som forts.		som slutat	som forts.	
1	110	216	33,7	87	187	31,8
2	49	127	27,8	24	106	18,5
3	16	95	14,4	9	74	10,8
4	14	65	17,7	9	55	14,1
5	9	53	14,4	9	53	14,5
6	4	30	11,8	4	30	11,8
7	2	17	10,5	2	17	10,5
8	0	6	0,0	0	6	0,0
	204					

Tabell B1.5 Kundbortfall efter olika antal år som kund

Bortfall för år	Antal skolor som faller bort från föregående år	Antal bortfallna skolor som senare åter blir kunder 1973-79	Återkomst i procent av bortfallet %
1972	10	3	30,0
1973	26	10	38,5
1974	24	5	20,8
1975	60	15	25,0
1976	22	3	13,6
1977	17	3	17,6
1978	25	3	12,0
Totalt	184	42	22,8

Tabell B1.6 Kundskolornas årsvisa bortfall och senare återkomst

Kundförhållanden	Antal kundavhopp			
	1-årskunder Beslutsfatt.		Flerårs-kunder Beslutsfatt.	
	bör varit skola	kan varit skola/	bör varit skola	kan varit skola/
Flera kundskolor i kommunen under perioden 1971-79				
Andra skolor i kommunen är kunder samma år				
- andra fortsätter som kunder	33		34	
- andra börjar som kunder	4		3	
- andra såväl forts. som börjar	13		11	
Andra skolor är inte kunder samma år, men				
- andra har varit kunder tidigare	4		10	
- andra blir kunder senare		9		0
- andra har tidigare varit och andra blir senare kunder	6		3	
- inga andra kunder varken tidig, eller senare				0
Delsumma	60	11	61	0
Bara en kundskola i kolumnen under perioden 1971-79				
- Skolan återkommer senare		5		7
- Skolan återkommer inte senare		34		26
Delsumma	0	39	0	33
Totalsumma antal	60	50	61	33
Totalt i procent	55	45	65	35

Tabell B1.7 Beslut om kundavhopp

År	Antal kunder						Avhopsprocent			
	Antal kundår i rad						Antal kundår i rad			
	1 år		2 år		>3 år		1 år	2 år	>3 år	>2 år
	F	S	F	S	F	S	%	%	%	%
1972	24	10	--	--	--	--	29,4	--	--	--
1973	33	20	18	6	--	--	37,7	25,0	--	25,0
1974	46	16	28	5	15	3	25,8	15,2	16,7	15,7
1975	28	23	21	25	31	12	45,1	45,5	27,9	41,6
1976	5	7	21	7	44	8	(58,3)	25,0	15,4	18,8
1977	22	7	3	2	57	8	24,1	(40,0)	12,3	14,3
1978	18	17	20	2	53	7	48,6	9,1	11,7	11,0
1979	39	11	16	2	66	7	22,0	11,1	9,6	9,9

F: Fortsätter som kund

S: Slutar som kund

Tabell B1.8 Kundavgångar per år

År	Kunder						Kundavgångar nästa år						
									Nya kunder		Gamla kunder		
	Tot ant	Nya		Gamla	Totalt		Av Nya	Av Alla		Av Gam	Av Alla		
		Ant	%									Ant	%
1971	34	34	--	--	--	10	29,4	10	29,4	--	--	--	
1972	77	53	66,8	24	31,2	26	33,8	20	37,7	76,9	6	25,0	23,1
1973	113	62	54,9	51	55,1	24	21,2	16	25,8	66,7	8	15,7	33,3
1974	140	51	36,4	89	65,6	60	42,9	23	45,1	38,3	37	41,6	61,7
1975	92	12	13,0	80	87,0	22	23,9	7	58,3	31,8	15	18,8	68,2
1976	99	29	29,3	70	70,7	17	17,2	7	24,1	41,2	10	14,3	58,8
1977	117	35	29,9	82	70,1	26	22,2	17	48,6	65,4	9	11,0	34,6
1978	141	50	35,5	91	64,5	20	14,2	11	22,0	55,0	9	9,9	45,0
1979	141	20	14,2	121	85,8	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabell B1.9 Antal kunder och kundavgångar per år

BILAGA 2 BRUKARENKÅT 1975

Av presentations- och utrymmesskäl har frågorna delvis redigerats i förhållande till det utsända frågeformuläret. Vidare har några uppenbart svårbesvarade frågor ej medtagits. Liksom i enkäten är frågorna grupperade och betecknade enligt följande:

- A: Schemaläggarens erfarenhet och utbildning
- B: Inkodningsfasen med problemformulering och blankettarbete
- C: Maskinläggningsfasen omfattande arbetet med analys- och fellistor
- D: Justeringsfasen med schemats slutjustering
- E: Sammanfattande värdering av modellen användningen och dess resultat

Utöver svarsfördelningarna för de frågor som haft fasta svarsalternativ redovisas även de svarandes fritt formulerade för- och nackdelar samt förslag till förbättringar. Svartsbortfall föreligger när en fråga med fasta svarsalternativ inte har 92 redovisade svar.

Bilagan innehåller utöver den råa svarsredovisningen även specificeringar av svarsfördelningarna med hänsyn till skolans kundstatus 1976 (Kv = kvar som kund, Sl = slutar som kund). Kundutvecklingen diskuteras i kapitel 6. Svarsfördelningarna med hänsyn till schemaläggarens erfarenhet som manuell schemaläggare (0-2 år, 3-4 år, 5 och fler år) diskuteras i kapitel 11.

A	UTBILDNING OCH ERFARENHET	Fasta svarsalternativ	Antal svar	Kund- status 1976		Erfarenhet av manuell schemaläggning		
				Kv	Sl	0-2	3-4	5-
A1	Efter årets schemaläggningar anser jag att min utbildning i systemets användning varit:	- alltför liten - lagom anpassad - onödigt omfattande	21 70 0	10 60 10	11 10	13 30	0 12	8 28
A2	Efter årets schemaläggning anser jag mig:	- veta för lite om systemets anv. - tillfredsställande säker på systemets anv.	40 44	25 41	15 3	24 15	3 10	13 19
A3	Utbudet av kurser har varit:	- tillräckligt - otillräckligt	71 13	56 9	15 4	32 6	11 1	28 6
A4	Sakinnehållet i nybörjarkurserna har varit:	- alltför omfattande - lagom omfattande - alltför knappt	4 74 2	2 58 2	2 16 0	1 34 1	0 11 0	3 29 1
A5	Sakinnehållet i fortsättningskurserna har varit:	- alltför omfattande - lagom omfattande - alltför knappt	0 65 11	 51 10	 14 1	 29 5	 10 1	 26 5
A6	Sakinnehållet i diskussionsseminarierna har varit:	- alltför omfattande - lagom omfattande - alltför knappt	1 26 17	1 24 14	0 2 3	0 11 8	0 5 2	1 10 7

- A7 Sammanställning av de svarandes fritt formulerade förslag till utökningar och reduceringar av *nybörjarkursen*:

Förslag till utökningar

Antal svar

Träning i blankettanvändningen
Justering av schemaförslag
Inarbetningen av systemets fundamentala ting
Tolkning och användning av rapporterna
Större vikt på exempelgenomgång

4
3
2
2
2

Förslag till reduceringar

Kortare kurstid

1

- A8 Sammanställning av de svarandes fritt formulerade förslag till utökningar och reduceringar av *fortsättningskursen*:

Förslag till utökningar

Antal svar

Fler svåra exempel och smarta lösningar
Övning och analys i rapporternas användning
Färdigjustering av schemat
Möjligheterna att styra modellens läggning
Ökad maskinkommunikation
Repetition av nybörjarkursen

4
3
2
1
1
1

<u>Förslag till reduceringar</u>	<u>Antal svar</u>
Mindre inslag av manuell schemaläggning	1
Kortare kurstid	1

- A9 Sammanställning av de svarandes fritt formulerade förslag till utökningar och reduceringar av *diskussionsseminariet*:

<u>Förslag till utökningar</u>	<u>Antal svar</u>
Fler praktiska exempel med lösningar	5
Användningen av rapporterna spec. lägningsjournalen	3
Diskussion av konkreta problem från fältet	2
Mer praktiskt arbete	2
Mer om justeringsarbetet	1
Modellens arbetsprinciper	1
<u>Förslag till reduceringar</u>	
Mindre grupparbete, uppgiftslösning	2
Genomgång av blanketter överflödiga	1
Kortare kurstid	1
Ej exempel från okänd skola - tar för lång tid	1

- A10 Synpunkter på och förslag angående grundläggande information till och utbildning av schemaläggare som för första gången ska använda schemaläggningssystemet:

<u>Angiven kommentar</u>	<u>Antal svar med kommentarer</u>
Nybörjarkurserna är tillfredsställande, fullt tillräckliga, utmärkta	5
Nybörjarkurs plus fortsättningskurs krävs innan man börjar använda systemet	1
Efterlyser exempelsamling med allmänt förekommande problem	1
Undervisningen bör vara så omfattande att konsumentbiståndet inte behövs	1
Efterlyser fler praktiska uppgifter, vilket ger större rutin	1
Förslag om nybörjarkurs på en vecka	1
Internatkurs på ställe där deltagarna inte frestas lämna lokaliteterna om aftonen	1
Nybörjarkursen mera utförlig och med mera detaljer	1

- A11 Synpunkter på och förslag angående den fortlöpande informationen till och utbildningen av schemaläggare som redan har använt schemaläggningssystemet en eller flera gånger:

<u>Angiven kommentar</u>	<u>Antal svar med kommentarer</u>
Mera material, exempel på generella problem och smarta lösningar	7
Repetitionskurs behövs/önskas 1-2 ggr/år	6
Ajourföring av dokumentationen önskas vid systemförändringar	5
Konsulentfunktionen tillsammans med lokala kurser är en god idé	3
Kritik önskas av insänt material vid schemaläggningen, Varför blev det som det blev?	3
Fortsättningskurserna har varit tillfredsställande	2

(A11 forts)

Angiven kommentarAntal svar
med kommentarer

Kompletterande kurs behövs vartannat år
 Försättningskursen var för summarisk
 Diskussionsforum önskvärt för aktuella problem och
 gjorda erfarenheter
 Konsulenthjälp önskvärd i ren schemateknik

2
1

1
1

A12 Erfarenhet av schemaläggning och modellanvändning:

Helt manuell schemaläggning

Modell användning, inkl år 1975

Antal		Antal	
År	Svarande	År	Svarande
0	28	8	3
1	5	10	7
2	10	12	1
3	7	13	2
4	6	15	2
5	6	20	3
6	4	23	1
7	5	25	2

Antal	
År	Svarande
1	18
2	28
3	26
4	16
5	4

B INKODNING

Fasta
svarsalternativ

- B1 Försättningsarna för
schemat var klara:
- B2 Först inkodad tjänsteför-
delning har sedan behövt
ändras:
- B3 Ändrade förhållanden på
skolan har föranlett änd-
ringar av den första
tjänstefördelningen:
- B4 Schematekniska orsaker har
föranlett ändringar av den
första tjänstefördelningen:
- B5 Problemen och besvär-
heterna under inkodningen
var:
- B6a Utformningen av blankett 1A:
- b " " " 1B:
- c " " " 2:

- i god tid
- under inkodn
- ja
- nej
- ja
- nej
- ja
- nej
- inga
- några
- många
- är lämplig
- bör ändras
- är lämplig
- bör ändras
- är lämplig
- bör ändras

Antal svar	Kund-status 1976		Erfarenhet av manuell schemaläggning		
	Kv	Sl	0-2	3-4	5-
59 32	49 21	10 11	24 19	11 2	2 11
47 45	35 36	12 9	21 22	9 4	17 19
38 54	27 44	11 10	18 25	7 6	13 23
16 76	12 59	4 17	6 37	4 9	6 30
59 25 2	49 18 1	10 7 1	31 10 0	8 4 0	20 11 2
80 4					
79 2					
76 5					

						Antal svar	Kund- status 1976		Erfarenhet av manuell schemaläggning		
							Kv	Sl	0-2	3-4	5-
B6d	Utformningen av blankett 3:				- är lämplig - bör ändras	68 0					
e	"	"	"	5:	- är lämplig - bör ändras	82 1					
f	"	"	"	6:	- är lämplig - bör ändras	79 1					
g	"	"	"	7:	- är lämplig - bör ändras	76 8					
h	"	"	"	8:	- är lämplig - bör ändras	65 3					
B7a	Under inkodningen användes blankettdokumentationen:				- mer än 3 gånger - 1-3 gånger - ingen gång	41 37 9	29 31 8	12 6 1	17 20 5	5 5 1	19 12 3
b	Dokumentationens svar på inkodningsfrågorna var som regel:				- fullständiga - endast delvisa - inga alls	56 22 0	44 16	12 6	25 12	9 1	22 9
B8a	Under inkodningen rådfråga- des den regionale konsulen- ten:				- mer än 3 gånger - 1-3 gånger - ingen gång	9 22 55	7 16 43	2 6 12	6 10 26	1 2 7	2 10 22
b	Konsulentens svar på inkod- ningsfrågorna var som regel:				- fullständiga - endast delvisa - inga alls	26 4 0	18 4	8 0	15 1	1 1	10 2
B9a	Under inkodningen rådfråga- des Kommunedata i Köpenhamn:				- mer än 3 gånger - 1-3 gånger - ingen gång	14 30 46	10 23 38	4 7 8	7 16 20	2 2 9	5 12 17
b	Kommunedatas svar på inkod- ningsfrågorna var som regel:				- fullständiga - endast delvisa - inga alls	36 8 0	28 5	8 3	18 5	4 0	14 3

B10 De svarandes fritt formulerade förslag till hur inkodningen skulle kunna underlättas och förenklas:

Angivet förslag

Antal svar

Större insikt om hur förutsättningarna och styrningen
inverkar på schemat
Flexibla inkodningsmöjligheter, kopplingar av schema-
bitar och lokaldisponering
Kurs för skolans sekreterare
På ett eller annat vis bättre överblick
Konsulentbistånd i förberedelserna för schemat
Mindre kurser oftare
Inkodning via terminal

5
3
1
1
1
1
1

(B10 forts)

Antal svar

Direkt insändning till KMD av tjänstefördelning,
 elevval och nödvändiga/önskade blockeringar
 Klassschema levererat utan håltimmar
 Maskinell analys av tillvalsämnen innan inkodning

1
1
1

C MASKINLÄGGNINGSFASEN

Fasta
svarsalternativ

Antal svar	Kund-status 1976		Erfarenhet av manuell schemaläggning		
	Kv	Sl	0-2	3-4	5-
6 66 20	4 48 19	2 18 1	4 31 8	0 6 7	2 29 5
21 57 10	14 47 8	7 10 2	10 26 4	2 8 3	9 23 3
30 49 11	25 39 5	5 10 6	15 23 4	5 6 1	10 20 6
48 26 12	38 17 10	10 9 2	19 14 7	9 2 1	20 10 4
47 25 1	33 20 1	14 5 0	23 8 1	5 6 0	19 11 0
5 27 50	5 20 38	0 7 12	5 12 23	0 3 7	0 12 20
20 9 3	16 7 2	4 2 1	12 5 0	2 1 0	6 3 3
21 40 23	15 33 17	6 7 6	8 17 14	4 5 3	9 18 6
48 10 2	40 7 1	8 3 1	22 2 1	9 0 0	17 8 1
33 59	28 43	5 16	12 31	6 7	15 21

- C8 Under maskinläggningsfasen producerades 33 olika rapporter, varav 4 utgjordes av korta parameterupplysningar. Övriga 29 rapporter bildade 11 olika rapporttyper. Exempelvis bildade de 3 olika, men principiellt likartade, schemautskriftena för klasser, lärare och lokaler 1 rapporttyp med 3 rapporter.

På direkta frågor rörande var och en av de 33 olika rapporterna föreslog de 92 svarande totalt endast en enkel redigeringsändring för vardera 5 rapporter av 3 olika rapporttyper.

De svarandes prioritering av vilka rapporter de haft störst nytta av och fått störst hjälp av gav följande resultat för de 10 mest frekvent prioriterade rapporterna (varje svarande kunde ange mer än en rapport).

<u>Rapport</u>	<u>Antal prioriteringar</u>
Lägningsjournalen *)	33
Lista på schemabitarnas innehåll	32
Klassschemat	24
Lärarschemat	22
Dispositionsplanen, klasser	17
" lärare	15
Lokalschemat	15
Klassblockeringarna	15
Lärarblockeringarna	14
Schemabitarnas initiala lägningsmöjligheter	14

*) Lägningsjournalen redovisar och kommenterar modellens stegvisa utläggning av schemat.

- C9 De svarandes fritt formulerade förslag till hur maskinläggningsfasen skulle kunna underlättas och förenklas:

<u>Angivet förslag</u>	<u>Antal svar</u>
Snabbare genomlopp, terminalanvändning, telefonjour	7
Annan redigering av utskrifter	3
Lättare att nå folk på KMD	2
Flexibla inkodningsmöjligheter	2
Stramare kontrollfunktioner hos KMD	2
Samarbete på platsen med systemexpert	1
Maskinell analys av tjänstefördelningens konsekvenser	1
Bättre insikt om när justeringen bör ta vid	1
Konsumenten bör ta över hela inkodningen	1
Klassschema automatiskt utan håltimmar	1
Speciell kurs där deltagarna arbetar med sitt eget schema	1
Inget behov av förenkling	1
Är inte i stånd att besvara frågan!	1

D	JUSTERINGSFASEN	Fasta svarsalternativ	Antal svar	Kund- status 1976		Erfarenhet av manuell schemalägg		
				Kv	S1	0-2	3-4	5-
D1	Det maskinlagda schema som utgjorde underlag för slut- justeringen hade modellen, med beaktande av svårighets- graden, lagt:	- bra - acceptabelt - dåligt	20	19	1	9	5	6
			52	43	9	25	8	19
			9	2	7	4	0	5
D2	Problemen och besvärlig- heterna under justerings- fasen var:	- inga - några - många	15	15	0	4	4	7
			45	40	5	22	7	16
			16	7	9	9	1	6
D3	Utformningen av blankett 9:	- är lämplig - bör ändras	51					
			2					
D3	" " " 10:	- är lämplig - bör ändras	45					
			3					
D4	Arbetsinsatsen som krävdes för slutjusteringen av schemat var:	- mycket betungande - acceptabel - helt marginell	38	25	13	19	4	15
			37	36	1	17	7	13
			3	3	0	1	2	0
D5a	Under justeringen användes systemdokumentationen:	- mer än 3 gånger - 1-3 gånger - ingen gång	26	22	4	12	5	9
			12	10	2	4	3	5
			32	28	4	16	3	13
b	Dokumentationens upplys- ningar var som regel:	- fullständiga - endast delvisa - inga alls	21	16	5	12	3	6
			16	15	1	4	4	8
			0					
D6a	Under justeringen rådfrå- gades den regionale konsu- lenten:	- mer än 3 gånger - 1-3 gånger - ingen gång	3	2	1	2	0	1
			17	14	3	10	2	5
			51	44	7	23	8	20
b	Konsulentens svar var som regel:	- fullständiga - endast delvisa - inga alls	17	14	3	10	2	5
			2	2	0	2	0	0
			1	0	1	0	0	1
D7a	Under justeringen rådfrå- gades Kommunedata i Köpenhamn:	- mer än 3 gånger - 1-3 gånger - ingen gång	14	10	4	6	2	6
			22	18	4	12	1	9
			35	31	4	15	8	12
b	Kommunedatas svar var som regel:	- fullständiga - endast delvisa - inga alls	30	23	7	14	3	13
			6	5	1	4	0	2
			0	0	0			

D8 De svarandes fritt formulerade förslag till hur justeringsfasen skulle kunna underlättas och förenklas:

Angivet förslag	Antal svar
Annan redigering av rapporter	3
Flexiblare inkodningsmöjligheter	3
Användning av terminal	1
Maskinell borttagning av håltinmar	1
(Justeringen för omfattande och oöverskådlig	2)
(Svårt att skriva om!	1)
(Beror på förutsättningarna	1)

E	SAMMANFATTANDE VÄRDERING	Fasta svarsalternativ	Antal svar	Kund- status 1976		Erfarenhet av manuell schemaläggning		
				Kv	S1	0-2	3-4	5-
E1	Sammanfattande värdering av det slutliga schema som erhållits via modell- användaren:	- mycket bra - fullt acceptabelt - kunde varit bättre	24	23	1	8	7	9
			55	42	13	31	6	18
			9	4	5	3	0	6
E2	Om schemat lagts helt ma- nuellt så hade resultatet, relativt nuvarande slut- schema, troligen blivit:	- bättre - lika bra - sämre	15	8	7	5	0	10
			32	24	8	15	6	11
			28	27	1	15	6	7
E3	Kommunikationen med data- centralen (post, telefon) har fungerat:	- bra - acceptabelt - dåligt	45	37	8	20	8	17
			30	22	8	12	5	13
			12	9	3	8	0	4
E4	Skolans lärare har, som grupp betraktat, visat följande inställning till maskinell schemaläggning:	- klart positiva - ointresserade - klart negativa	29	27	2	13	6	10
			36	31	5	15	5	16
			11	5	6	6	0	5
E5	Kommunens skolförvaltning har visat följande in- tresse för maskinell schemaläggning:	- klart positiv - avvaktande - klart negativ	33	31	2	18	4	11
			32	24	8	14	4	14
			3	1	2	2	0	1
E6	I förhållande till behov och önskemål är utskrif- terna av schemat:	- fullt tillräckliga - inte tillräckliga	55	46	9	24	9	22
			13	11	2	7	3	3

*)

E7 Nya och ändrade former av schemautskrifter föreslås enligt nedan:

<u>Förslag</u>	<u>Antal svar</u>
Översiktsschemat fyller för mycket - mindre format	11
Förminskning krävs för tryckning av schemat	6
Alla veckoscheman bör ha samma storlek	4
Bitnummer bort från översiktsschemat	2
Kompletterande information i översiktsschemat	2
Veckoschemat är bra	2
Bitnummer önskas på veckoschemat	1

*) För fråga E5 har endast medtagits svar för de danska kommunala folkskolorna (77 st). Svaren från de svenska skolorna med kommunal huvudman fördelade sig enligt följande:

<u>Svarsalternativ</u>	<u>Antal</u>
Klart positiv	6
Avvaktande	1
Klart negativ	0
(ej svar	1)
	8

E8 En klassificering av de svarandes fritt angivna och formulerade fördelar med att använda schemaläggningssystemet ger följande sammanställning:

a	Säkerhet och kontroll under schemats bearbetning	- angiven
		- inte angiven
b	Inbesparing av tid och arbete	- angiven
		- inte angiven
c	Schemautskrifterna	- angiven
		- inte angiven
d	Modellens läggningförmåga	- angiven
		- inte angiven
e	Analyserna av schemats läggningmöjligheter	- angiven
		- inte angiven
f	Överblicken av läggningsarbetet	- angiven
		- inte angiven
g	Minskad stress i arbetet	- angiven
		- inte angiven

Antal svar	Kund status 1976		Erfarenhet av manuell schemaläggning		
	Kv	Sl	0-2	3-4	5-
	42	34	8	20	7
	50	37	13	23	6
	36	31	5	18	4
	56	40	16	25	9
	21	16	5	7	2
	71	55	16	36	11
	20	16	4	10	4
	72	55	17	33	9
	14	13	1	7	5
	78	58	20	36	8
	9	8	1	5	1
	83	63	20	38	12
	9	8	1	1	4
	83	63	20	42	9

Antal svar

Utnyttjandet av skolans lokaler	7
Objektiv schemaläggning	7
Flexibla ändringmöjligheter	5
Fel kan skyllas på maskinen	3
Schemaläggningssporten finns kvar	2
Goda möjligheter till individuellt hänsynstagande	1
Flyttar pedagogiska beslut från schemaläggaren till skolans pedagogiska ledning	1
Tvingar skolledningen att avsluta förberedelsearbetet i rimlig tid	1
Personalen accepterar (som regel) utan kommentarer en maskinell lösning	1
Systemet är lätt att arbeta med	1
Rådgivning så ofta jag önskat det	1
God logisk uppbyggnad av beståndsdelarna	1
Att schemaläggaren vid såväl inkodning som vid utskrivning kan använda klarskrift	1
Inkodning lätt att lära sig	1

(Summa 189 angivna fördelar)

E9 En klassificering av de svarandes fritt angivna och formulerade nackdelar med att använda schemaläggningssystemet ger följande sammanställning:

	Antal svar	Kund status 1976		Erfarenhet av manuell schemaläggning		
		Kv	Sl	0-2	3-4	5-
a Väntetid vid försändelse av material	- angiven - inte angiven	48 44	39 32	9 12	22 21	5 8
b Begränsade inkodningsmöjligheter	- angiven - inte angiven	15 77	10 61	5 16	5 38	1 12
c Modellens läggningssmögåga	- angiven - inte angiven	14 78	10 61	4 17	4 39	2 11
d Överblickbarheten vad gäller listor och justering	- angiven - inte angiven	14 78	12 59	2 19	9 34	1 12

Antal svar

Psykologiskt motstånd, bristande tilltro till systemet	5
Stansfel på datacentralen	5
Bristande analys av förutsättningar och fel	4
Svårt att se konsekvenser vid ändringar i schemat	4
Klumpigt att införa ändringar	2
Att bara kursdeltagare kan använda systemet	1
Utgift för kommunen	1
Att det av och till uppstår systemfel	1
Tämligen mycket skrivarbete att hålla reda på	1
Bristande erfarenhet och övning i användandet av utsänt material	1
En liten sak - men dock: Det verkar fel (för föräldrar och elever), att den danska folkskolan skriver ut sitt schema på svenska	1
Svårigheter att diskutera olika lösningar under arbetets gång med datasidans representanter	1
Att Ä, Ö och Å inte skrivs på svenska	1
Att kurserna i Köpenhamn ev försvinner	(1)
Att det ska utfyllas frågeformulär efteråt	(1)
OBS! Systemet saknar brister	(3)
(Summa 121 angivna nackdelar)	

E10 Mest angelägna förbättringsförslag för underlättande och effektivisering av schemaläggarens användning av schemaläggningssystemet:

<u>Förslag till förbättring</u>	<u>Antal svar förbättring</u>
Snabbare kommunikation skola-datacentral	
terminalförbindelse, expressförsändelser, telefonjour	12
Utökade, Flexiblare, inkodningsmöjligheter	7
Ytterligare, lokala, kurser	4

<u>Förslag till förbättring</u>	<u>Antal svar förbättring</u>
Dokumenterade råd och exempel rörande hanteringen och struktureringen av schemats förutsättningar	3
Utökad, bättre, lägningsförmåga hos modellen kompakta scheman utan håltimmar	3
Utökning av systemet till att även omfatta block- läggning utifrån elevernas ämnesval. (Motsvarar Modul 1, Grundschemasystemet)	3
Annan redigering av schemautskrifterna för direkt tryck- ning och utdelning på skolan	2
Utskrift av resterande lägningsutrymme i modellens schemaförslag	1
Kursexempel på 20-30 klasser för justering	1
Summa antal förslagsangivelser	36

BILAGA 3: ANALYSER AV ENKÄTSVAR

			1976		
			Fortsatt kund	Ej fortsatt kund	
			Totalt Svarande	Totalt Svarande	Totalt
1 9 7 5	Gamla kunder	Totalt	65	15	80
		Svarande	57	9	66
	Nya kunder	Totalt	5	7	12
		Svarande	4	7	11
	Kunder totalt		70	22	92
Svarande %		87,1	72,7	83,7	
Svarande totalt		61	16	77	

Tabell B3.1 Danska kommunala folkskolors svarsbenägenhet i relation till fortsatt modellanvändning

		Arbetsinsats justering			Slutschemats kvalitet			Tänkt manuell läggning		
		+	N	-	+	N	-	+	N	-
Maskin- schemats kvalitet	+	3	10	6	10	9	9	1	6	9
	N	0	25	22	12	37	3	5	21	16
	-	0	0	7	0	3	5	7	1	0
Tänkt manuell läggning	+	0	1	11	1	7	7			
	N	0	15	11	6	25	1			
	-	3	14	9	14	13	1			
Slut- schemats kvalitet	+	3	14	5						
	N	0	22	26						
	-	0	1	6						

För samtliga korstabeller har svarsfördelningarna en signifikansnivå $< 0,05$ vid X-test efter lämpliga sammanslagningar av rader och kolumner till 2x2-tabeller.

+ betecknar en positiv uppfattning
 N " en neutral "
 - " en negativ "

Tabell B3.2 Svarmönster för kvalitativa resultatsamband

Antal svar per kommun	Svarsfördelning fråga E5			Antal	
	Klart negativ	Av- vaktande	Klart positiv	Kommuner	Skolor
7		2	5	1	7
4	1	2	1	1	4
3		2	1	1	3
		1	2	3	9
			3	1	3
2	1	1		2	4
		1	1	5	10
			2	1	2
1		1		16	16
			1	10	10
Svar på fråga E5				41	68
Fråga E5 obesvarad				4	9
Enkäten obesvarad				8	15
Danska kommunala kunder 1975				53	92

Tabell B3.3 Schemaläggarnas uppfattning om kommunernas inställning till datorschemaläggning

Kommentarer till tabell B3.4 på nästa sida:

Tabell B3.4 omfattar 72 mindre korstabeller baserade på enkätsvaren från frågorna A1, A2, B1, C1, D1, D2, D4, E1 och E2. För varje fråga har de icke-positiva svarsalternativen, se den kolumnvisa rubriksättningen, relaterats till samtliga svarsalternativ för övriga frågor. Vidare har de icke-positiva svaren grupperats i två kolumner för varje korstabell. Kvarvarande kunder 1976 betecknas med K. Skolor som slutade 1976 betecknas med S.

I kolumnen "sg" anges den signifikansnivå som representeras av tabellens svarsfördelning. Signifikansnivån har beräknats via χ^2 -test. Fisher's exakta test har använts om antalet observationer per korstabell är < 21. Vid låga förväntade frekvenser har två rader slagits samman. I förekommande fall anges två signifikansvärden per korstabell. Det övre av dessa värden gäller för den övre radens sammanslagning med mittraden. Det undre värdet gäller för den undre radens sammanslagning med mittraden. Av korstabellernas svarsfördelningar framgår som regel vilken aggregeringsform som är lämpligast. För fullständighetens skull anges båda signifikansvärdena i de fall där rader lags samman. När förväntade frekvenser är < 5 har χ^2 beräknats med Yates' korrektion.

	A1		A2		B1		C1		D1		D2		D4		E1		E2	
	-lite	21 st	-lite	40 st	-inkod	-omf	-dåligt	-några	-bet	-k.v.b.	-bättre	-accept	-lika	-lika	-lika	-lika	-lika	-lika
A1 Utbildn. - för lite - lagom - onöd. omf.	K S sg	610	K S sg	32 st	K S sg	811	61 st	61 st	K S sg	7 7	7 7	7 7	7 7	7 7	6 9	6 9	2 8	2 8
		19 5	0117	6.24	4 9	0038	9.05	40 7.02	5.00	40 9.01	30 7.00	40 7.00	40 7.00	40 7.00	40 7.00	40 7.00	40 7.00	40 7.00
		0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
A2 Kunskap om syst.	610	10 9	1814	1711	1810	2111	2111	2111	2111	2111	2111	2111	2111	2111	2111	2111	2111	2111
	1 0.41	8 1.15	29 3.00	26 3.01	27 3.04	35 2.00	35 2.00	35 2.00	35 2.00	35 2.00	35 2.00	35 2.00	35 2.00	35 2.00	35 2.00	35 2.00	35 2.00	35 2.00
B1 Föruts. klara	6 6	15 6	3410	33 9	31 7	42 5	29 8	21 8	7 34	7 34	7 34	7 34	7 34	7 34	7 34	7 34	7 34	7 34
	4 5.99	10 9.22	1710.19	11 7.16	15 7.39	18 9.02	16 10.15	10 15.10	7 34	7 34	7 34	7 34	7 34	7 34	7 34	7 34	7 34	7 34
C1 Rättn. - m. omf. - begr. f. sch.	0 2.41	2 2.22	1 1.82	4 1.23	4 2.27	4 2.23	4 2.18	4 1.28	4 1.28	4 1.28	4 1.28	4 1.28	4 1.28	4 1.28	4 1.28	4 1.28	4 1.28	4 1.28
	8 9	1612	16 9	3014	3111	4111	3115	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013
	2 0.50	7 1.99	4 1.99	11 1.99	12 1.90	16 1.68	11 1.99	8 1.92	8 1.92	8 1.92	8 1.92	8 1.92	8 1.92	8 1.92	8 1.92	8 1.92	8 1.92	8 1.92
D1 Modellens - dåligt schema- - accept. förslag	0 4.99	1 5.56	1 2.48	1 7.15	2 7.34	2 5.35	2 6.00	2 6.16	2 6.16	2 6.16	2 6.16	2 6.16	2 6.16	2 6.16	2 6.16	2 6.16	2 6.16	2 6.16
	7 3	16 6	10 5	33 8	34 6	41 6	32 8	20 6	20 6	20 6	20 6	20 6	20 6	20 6	20 6	20 6	20 6	20 6
	1 1.04	5 1.02	6 1.48	13 1.00	11 1.00	15 1.00	8 1.47	7 0.01	7 0.01	7 0.01	7 0.01	7 0.01	7 0.01	7 0.01	7 0.01	7 0.01	7 0.01	7 0.01
D2 Svårigh. - många juste- - några ring	1 5.53	2 6.80	3 5.89	6 9.15	5 8.23	7 8.21	5 8.36	5 6.42	5 6.42	5 6.42	5 6.42	5 6.42	5 6.42	5 6.42	5 6.42	5 6.42	5 6.42	5 6.42
	6 2	16 4	12 2	29 4	31 5	38 4	29 4	18 3	18 3	18 3	18 3	18 3	18 3	18 3	18 3	18 3	18 3	18 3
	1 0.04	2 0.01	2 0.04	10 0.00	8 0.00	11 0.00	6 0.00	5 0.02	5 0.02	5 0.02	5 0.02	5 0.02	5 0.02	5 0.02	5 0.02	5 0.02	5 0.02	5 0.02
D4 Arbete - m. betung. - accept. - marg.	4 9	1010	9 8	1913	9919	10 2211	14 8	14 8	14 8	14 8	14 8	14 8	14 8	14 8	14 8	14 8	14 8	14 8
	5 0.01	11 1.04	9 1.12	26 0.24	1.01	23 1.01	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
	0 0	0 0	0 0	1 0.00	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
E1 Slutligt - k.v. bätt. - accept. schema	1 3.25	3 3.48	3 1.34	3 5.08	4 4.26	4 4.30	4 3.20	3 5.13	3 5.13	3 5.13	3 5.13	3 5.13	3 5.13	3 5.13	3 5.13	3 5.13	3 5.13	3 5.13
	5 6	1810	13 9	3212	3010	30 8	39 9	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210	2210
	3 1.33	3 0.71	4 0.99	15 1.04	11 1.19	12 1.11	18 1.18	7 0.10	7 0.10	7 0.10	7 0.10	7 0.10	7 0.10	7 0.10	7 0.10	7 0.10	7 0.10	7 0.10
E2 Tänk manuell lägg.	1 4.01	3 4.13	2 2.43	6 7.01	6 6.02	6 6.14	7 5.10	7 7.08	7 7.08	7 7.08	7 7.08	7 7.08	7 7.08	7 7.08	7 7.08	7 7.08	7 7.08	7 7.08
	1 4	9 7	8 5	18 7	16 6	17 3	22 4	18 8	18 8	18 8	18 8	18 8	18 8	18 8	18 8	18 8	18 8	18 8
	6 1.18	8 1.44	6 1.85	19 1.02	16 0.04	16 1.01	22 1.03	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11

Tabell B3.4 Kundattitydsamband och kundbortfall

Frågor/ variabler ingående i analysen	Svarsbortfall ersatt med diskriminerings- gruppernas medelv.				Svarsbortfall ersatt med totalpopulationens medelvärde			
	Antal var. i diskr.- funk.	Prediktion			Antal var. i diskr. funk.	Prediktion		
		Antal Slutar	Forts	%		Antal Slutar	Forts	%
Alla frågor i bilaga 2, 52 st	26	21	70	99	14	18	62	87
Frågor med <1/3 blanka svar inom någon av grupperna, 39 st	13	20	65	92	12	18	65	90
Frågor med <1/3 blanka svar inom någon av grupperna + E4, 40 st	14	19	67	93	12	18	65	90
Frågor enl tabell B3.4 9st.	5	19	63	89	6	18	59	84

Diskr. grupp Antal skolor

Slutar som kund 1976 21

Fortsätter som kund 1976 71

Frågevariablerna har heltalskodats (0,1,2).

Analyserna har genomförts via SPSS med METHOD=WILKS och i övrigt standardvärden på parametrarna, se Nie m.fl. (1975) p 457.

Tabell B3.5 Diskriminantanalys av kundstatusen 1976

BILAGA 4: MULTIVARIATA ANALYSRESULTAT

Variabel	Faktormatris efter 13 iterationer			Faktormatris efter VARIMAX rotation			Kommunalitet
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	
E2 Slutsch kval	.58	-.41	.08	.69	.15	-.04	.50
E1 Res man läggn	.68	-.15	.24	.66	.18	.27	.54
E9b Begr inkodn	.33	-.56	.04	.60	-.02	-.26	.43
D1 Mod sch-förs	.57	-.15	.20	.57	.14	.21	.38
D4 Arbete just	.57	.16	-.43	.18	.70	.05	.53
D2 Problem just	.64	.10	-.30	.31	.64	.11	.51
C2 Arbete m ändr	.35	.28	-.35	-.02	.55	.11	.32
A2 Systemkunskap	.46	.46	.32	.15	.19	.68	.52
E8g Midere stress	.08	.36	.29	-.07	-.05	.47	.22
Egenvärde:	2.92	1.70	1.30	Beräkning via SPSS med TYPE=PA2			
Summa varians %:	29.2	46.3	59.3				
Reliabilitet *) :	.73	.46	.26				

*) Enligt formeln: $p/(p-1)(1-1/e)$,
p=antal variabler, e=egenvärde, Rozeboom (1963) p 495.

	E2	E1	E9b	D1	D4	D2	C2	A2	A1
E1	.48								
E9b	.41	.34							
D1	.40	.45	.26						
D4	.23	.27	.05	.24					
D2	.31	.30	.14	.35	.51				
C2	.06	.16	-.04	.01	.39	.36			
A2	.11	.36	-.07	.19	.14	.23	.24		
A1	.03	.14	-.03	.19	.20	.20	.10	.42	
E8g	-.08	.09	-.25	.12	-.01	.01	.00	.25	.18

(korrelationsmatris)

Tabell B4.1 Faktoranlys som bas för diskriminantanalys och klusteranalys

Diskriminant- funktionenes standardiserade koefficienter	Can. correlation: .53	
	Wilk's lambda: .71	
F1 .73 F2 .31 F3 .67	X : 29.71	
	Antal frihetsgrader: 3	
	Signifikans: .00	
	Analysprogram: SPSS	

Kundstatus 1976	Antal	Grupp- medelv.	Prediktion Antal %
Fortsatt kund	71	.34	56 79
EJ forstätt kund	21	-1.15	18 86

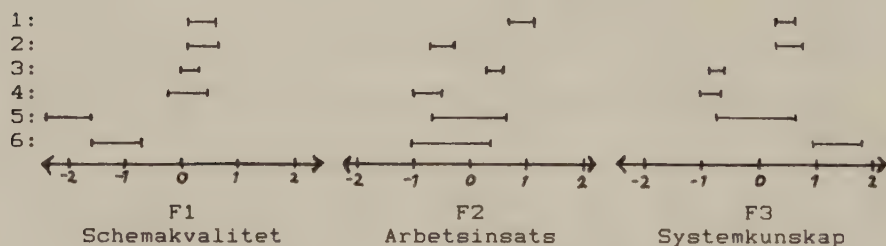
Tabell B4.2 Diskriminantanalys baserad på F1-F3

Klusteranalys med CLUSTAN
enligt Wards' metod,
Wishart (1978, 1982).

Ant. klus- ter k	Avvi- kelse a	t-test		
		t= VR*a	DF	sign
2	6.26	8.85	1	.10
3	5.45	9.44	2	.01
4	2.98	5.96	3	.01
5	1.89	4.23	4	.01
6	1.03	2.52	5	.05
7	.83	2.20	6	.07
8	.77	2.18	7	.07
9	.60	1.80	8	.11
10	.31	.98	9	.35
11	.18	.60	10	.56

Utfall vid 6 kluster:

Klus- ter nr	Grupp- stor- lek	Medelvärde på faktorvariabler		
		F1	F2	F3
1	22	.37	.92	.45
2	21	.35	-.49	.54
3	17	.11	.45	-.72
4	20	.10	-.79	-.83
5	6	-2.06	.00	-.06
6	6	-1.18	-.33	1.36
F-värde		25.04	32.53	55.31
F-sign.		.00	.00	.00
Mult R		.77	.81	.87



— Anger 95-procentiga konfidensintervall för grupp 1-6

Tabell B4.3 Klusteranalys baserad på F1-F3

BILAGA 5: ANALYSRESULTAT FRÅN MODELLTEKNISK LOGGSTATISTIK

I denna bilaga finns ett antal tabeller, som redovisar primära analysresultat från bearbetningar av den modelltekniska loggstatistiken. Analysernas förutsättningar och tolkningar diskuteras i kapitel 7.

Bilagan innehåller följande tabeller:

- B5.1 Definition av loggstatistikens variabler
- B5.2 Signifikanstest vid korstabellering av kundstatus och antal modellläggningar
- B5.3 Kundavgångar 1979 inom olika kundgrupper
- B5.4 Läggningsutfall relativt föregående kundstatus
- B5.5 Läggningsutfall vid upprepade modellkörning
- B5.6 Läggningsutfall relativt kommande kundstatus
- B5.7 Gruppvisa jämförelser av den första läggningen
- B5.8 Gruppvisa jämförelser vid upprepade läggningar
- B5.9 Gruppvisa jämförelser relativt kommande kundstatus
- B5.10 Diskriminantanalys av kommande kundstatus
- B5.11 Partiella diskriminantanalyser av kundbortfallet
- B5.12 Läggningsutfallet korrelerat med övriga variabler

Följande beteckningar används i tabellerna:

- ```
Läggingsgrupp: A = Endast en modellläggning av schemat
 B = Förstagångsläggning vid mer än en läggning
 C = Sistagångsläggning vid mer än en läggning

Kundstatusgrupp: G = Gammal kund (kund 1977 och ev tidigare)
 N = Ny kund (ej kund 1977 men ev tidigare)
 K = Kvarstår som kund 1979
 S = Slutar som kund 1979

Variabelvärde: m = Medelvärde
 s = Standardavvikelse
 AS = Antal skolor med samma variabelvärde i
 läggingsgrupp B och C

Signifikanstest: M-W = Mann-Whitney's U-test, tvåsidigt
 K-S = Kolmogorov-Smirnovs test, tvåsidigt
 W = Wilcoxon's test, tvåsidigt
 *** = Korrelatinskoef. signif. på nivån 0.001
 ** = " " " " " " 0.010
 * = " " " " " " 0.100
```

| Beteckning |     |       |         | Definition                                   |
|------------|-----|-------|---------|----------------------------------------------|
| Var        | Abs | typ   | Rel Kod |                                              |
| ST         | a   | kl    |         | Antal klasser                                |
| "          | a   | lä    |         | " lärare                                     |
| "          | a   | lo    |         | " lokaler                                    |
| "          | a   | lg    |         | " lokalgrupper                               |
| "          | a   | bit   |         | " schemabitar                                |
| "          | a   | utl   |         | " utläggningar                               |
| SL         | a   | dag   |         | Antal möjliga dagar i medeltal/utläggning    |
| "          | a   | pos   |         | " " pos. " " "                               |
| "          | r   | kl    |         | Medel. utnyttj. beh. i % av disp. pos./klass |
| "          | r   | lä    |         | " " " " " pos./lärare                        |
| "          | r   | lo    |         | " " " " " pos./lokal                         |
| "          | r   | lg    |         | " " " " " pos./lokalgrupp                    |
| UL         | a   | ee    |         | Antal enkelttimslägg. med en aktivitet       |
| "          | a   | em    |         | " " " med mer än en aktivitet                |
| "          | a   | me    |         | " mult.timslägg. med en aktivitet            |
| "          | a   | mm    |         | " " " med mer än en aktivitet                |
| "          | a   | ko    |         | " utläggningar som är kopplade               |
| "          | a   | yt    |         | " " " är yttertimmar                         |
| "          | a   | dr    |         | " " " har dagrestriktioner                   |
| LP         | a   | spri  |         | Antal utlägg. som är speciellt prioriterade  |
| "          | a   | gpri  |         | " " " är generellt prioriterade              |
| "          | a   | tvkl  |         | " " " tvingats fram via klasserna            |
| "          | a   | tvlä  |         | " " " " " lärarna                            |
| "          | a   | tvlo  |         | " " " " " lokalerna                          |
| "          | a   | tvbit |         | " " " " " bitarna                            |
| "          | a   | kamod |         | " " " kalkylerats fram av modellen           |
| UL         | r   | ee    |         | Andel enkelttimslägg. med en aktivitet       |
| "          | r   | em    |         | " " " flera aktiviteter                      |
| "          | r   | me    |         | " mult.timslägg. " en aktivitet              |
| "          | r   | mm    |         | " " " flera aktiviteter                      |
| "          | r   | ko    |         | " utläggningar som är kopplade               |
| "          | r   | yt    |         | " " " är yttertimmar                         |
| "          | r   | dr    |         | " " " har dagrestriktioner                   |
| LP         | r   | spri  |         | Andel utlägg. som är speciellt prioriterade  |
| "          | r   | gpri  |         | " " " är generellt "                         |
| "          | r   | tvkl  |         | " " " tvingats fram av klasserna             |
| "          | r   | tvlä  |         | " " " " " lärarna                            |
| "          | r   | tvlo  |         | " " " " " lokalerna                          |
| "          | r   | tvbit |         | " " " " " bitarna                            |
| "          | r   | kamod |         | " " " kalkylerats fram av modellen           |
| RE         | a   | utl   |         | Antal resterande utläggningar                |
| "          | r   | utl   |         | Andel " "                                    |
| "          | r   | klpos |         | " " positioner klassernas scheman            |

Tabell B5.1 Definition av loggstatistikens variabler



| Population av skolor |            | Korstabellens innehåll<br>(dim. 1) x (dim. 2) | Signif.nivå<br>vid X2-test |
|----------------------|------------|-----------------------------------------------|----------------------------|
| Antal                | Omfattning |                                               |                            |
| 138                  | G+N        | G/N x SkA/SkBC                                | .82                        |
| 138                  | G+N        | SkA/SkBC x K/S                                | .37                        |
| 90                   | G          | SkA/SkBC x K/S                                | .99 (Y)                    |
| 48                   | N          | SkA/SkBC x K/S                                | .53 (Y)                    |
| 138                  | SkA+SkBC   | G/N x K/S                                     | .08                        |
| 99                   | SkA        | G/N x K/S                                     | .42 (Y)                    |
| 39                   | SkBC       | G/N x K/S                                     | .30 (Y)                    |

(Y) = Med Yates' korrektion

Tabell B5.2 Signifikanstest vid korstabellering av kundstatus och antal modelläggningar

| Kundgrupp<br>1978 | Antal skolor<br>Kundstatus 1979 |    | Kundavgång<br>1979<br>% |
|-------------------|---------------------------------|----|-------------------------|
|                   | K                               | S  |                         |
| G+SkA             | 58                              | 6  | 9                       |
| G+SkBC            | 23                              | 3  | 12                      |
| N+SkA             | 29                              | 6  | 17                      |
| N+SkBC            | 9                               | 4  | 31                      |
| SUMMA             | 119                             | 19 |                         |

Tabell B5.3 Kundavgångar 1979 inom olika kundgrupper

| Jämförelsegrupper        |                          |                          | Läggningsrest |      |     |     |              |      |     |     |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|------|-----|-----|--------------|------|-----|-----|
| Lägg-<br>nings-<br>grupp | Kund<br>status-<br>grupp | Antal<br>lägg-<br>ningar | RErutl (%)    |      |     |     | RErklpos (%) |      |     |     |
|                          |                          |                          | m             | s    | M-W | K-S | m            | s    | M-W | K-S |
| A+B                      | G                        | 90                       | 2,19          | 1,73 | .53 | .56 | 2,18         | 1,51 | .70 | .97 |
| A+B                      | N                        | 48                       | 2,43          | 1,88 |     |     | 2,32         | 1,61 |     |     |
| A                        | G                        | 64                       | 2,00          | 1,34 | .53 | .52 | 1,99         | 1,26 | .72 | .85 |
| A                        | N                        | 35                       | 2,41          | 1,91 |     |     | 2,23         | 1,58 |     |     |
| B                        | G                        | 26                       | 2,66          | 2,40 | .89 | .99 | 2,65         | 1,94 | .95 | .99 |
| B                        | N                        | 13                       | 2,50          | 1,87 |     |     | 2,57         | 1,73 |     |     |
| A                        | G, N                     | 99                       | 2,15          | 1,57 | .54 | .37 | 2,07         | 1,38 | .14 | .15 |
| B                        | G, N                     | 39                       | 2,61          | 2,22 |     |     | 2,62         | 1,85 |     |     |
| A                        | G                        | 64                       | 2,00          | 1,34 | .51 | .19 | 1,92         | 1,26 | .20 | .51 |
| B                        | G                        | 26                       | 2,66          | 2,40 |     |     | 2,65         | 1,94 |     |     |
| A                        | N                        | 35                       | 2,41          | 1,91 | .84 | .77 | 2,23         | 1,58 | .44 | .28 |
| B                        | N                        | 13                       | 2,50          | 1,87 |     |     | 2,57         | 1,73 |     |     |

Tabell B5.4 Jämförelse av gamla och nya kunders läggningsrest

| Underlag för jämförelser |                           |                          | Läggningsrest |      |     |              |      |     |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------|------|-----|--------------|------|-----|
| Lägg-<br>nings-<br>grupp | Kund-<br>status-<br>grupp | Antal<br>lägg-<br>ningar | RErutl (%)    |      |     | RErklpos (%) |      |     |
|                          |                           |                          | m             | s    | W   | m            | s    | W   |
| B                        | G, N                      | 39                       | 2,61          | 2,22 | .38 | 2,62         | 1,85 | .24 |
| C                        | G, N                      | 39                       | 2,72          | 1,78 |     | 2,42         | 1,44 |     |
| B                        | G                         | 26                       | 2,66          | 2,40 | .90 | 2,65         | 1,94 | .11 |
| C                        | G                         | 26                       | 2,53          | 1,83 |     | 2,26         | 1,41 |     |
| B                        | N                         | 13                       | 2,50          | 1,87 | .23 | 2,57         | 1,73 | .97 |
| C                        | N                         | 13                       | 3,09          | 1,68 |     | 2,74         | 1,50 |     |

Tabell B5.5 Läggningsutfall vid upprepad modellkörning

| Underlag för jämförelser |                  |                  | Läggingsrest |      |     |     |              |      |     |     |
|--------------------------|------------------|------------------|--------------|------|-----|-----|--------------|------|-----|-----|
| Lägggn.<br>grupp         | Kundst.<br>grupp | Antal<br>lägggn. | RErutl (%)   |      |     |     | RErklpos (%) |      |     |     |
|                          |                  |                  | m            | s    | M-W | K-S | m            | s    | M-W | K-S |
| A+B                      | K                | 119              | 2,23         | 1,80 | .35 | .59 | 2,15         | 1,52 | .13 | .32 |
| A+B                      | S                | 19               | 2,58         | 1,69 |     |     | 2,72         | 1,59 |     |     |
| A+B                      | G, K             | 81               | 2,20         | 1,75 | .99 | .94 | 2,14         | 1,48 | .50 | .48 |
| A+B                      | G, S             | 9                | 2,14         | 1,63 |     |     | 2,52         | 1,76 |     |     |
| A+B                      | N, K             | 38               | 2,29         | 1,92 | .20 | .54 | 2,17         | 1,62 | .14 | .37 |
| A+B                      | N, S             | 10               | 2,97         | 1,72 |     |     | 2,89         | 1,50 |     |     |
| A+C                      | K                | 119              | 2,26         | 1,63 | .38 | .51 | 2,09         | 1,32 | .14 | .18 |
| A+C                      | S                | 19               | 2,61         | 1,73 |     |     | 2,78         | 1,72 |     |     |
| A+C                      | G, K             | 81               | 2,16         | 1,49 | .84 | .87 | 2,03         | 1,23 | .57 | .33 |
| A+C                      | G, S             | 9                | 2,12         | 1,72 |     |     | 2,41         | 1,87 |     |     |
| A+C                      | N, K             | 38               | 2,47         | 1,90 | .21 | .29 | 2,21         | 1,52 | .19 | .64 |
| A+C                      | N, S             | 10               | 3,05         | 1,70 |     |     | 2,96         | 1,63 |     |     |
| A                        | K                | 87               | 2,08         | 1,57 | .23 | .48 | 1,96         | 1,32 | .05 | .15 |
| A                        | S                | 12               | 2,62         | 1,54 |     |     | 2,88         | 1,59 |     |     |
| A                        | G, K             | 58               | 1,97         | 1,24 | .57 | .74 | 1,91         | 1,17 | .25 | .36 |
| A                        | G, S             | 6                | 2,30         | 1,47 |     |     | 2,77         | 1,88 |     |     |
| A                        | N, K             | 29               | 2,30         | 1,96 | .29 | .57 | 2,07         | 1,59 | .11 | .35 |
| A                        | N, S             | 6                | 2,95         | 1,68 |     |     | 3,00         | 1,41 |     |     |
| B                        | K                | 32               | 2,63         | 2,28 | .91 | .96 | 2,66         | 1,91 | .83 | .75 |
| B                        | S                | 7                | 2,50         | 2,04 |     |     | 2,43         | 1,67 |     |     |
| B                        | G, K             | 23               | 2,77         | 2,45 | .55 | .54 | 2,73         | 1,99 | .69 | .77 |
| B                        | G, S             | 3                | 1,83         | 2,23 |     |     | 2,03         | 1,71 |     |     |
| B                        | N, K             | 9                | 2,28         | 1,86 | .35 | .72 | 2,50         | 1,79 | .99 | .72 |
| B                        | N, S             | 4                | 3,00         | 2,05 |     |     | 2,72         | 1,83 |     |     |
| C                        | K                | 32               | 2,75         | 1,73 | .85 | .93 | 2,43         | 1,32 | .88 | .84 |
| C                        | S                | 7                | 2,59         | 2,15 |     |     | 2,39         | 2,01 |     |     |
| C                        | G, K             | 23               | 2,63         | 1,78 | .38 | .66 | 2,33         | 1,36 | .60 | .93 |
| C                        | G, S             | 3                | 1,77         | 2,48 |     |     | 1,70         | 2,00 |     |     |
| C                        | N, K             | 9                | 3,04         | 1,66 | .88 | .98 | 2,67         | 1,27 | .99 | .98 |
| C                        | N, S             | 4                | 3,20         | 1,98 |     |     | 2,90         | 2,15 |     |     |

Tabell B5.6 Läggingsutfall relativt kommande kundstatus

| Variabel | Gruppjämf. av m |       |     | Gruppjämf. av m |       |     |
|----------|-----------------|-------|-----|-----------------|-------|-----|
|          | 90 st           | 48 st | M-W | 99 st           | 39 st | M-W |
|          | G               | N     |     | A               | B     |     |
| STakl    | 37,8            | 34,6  | .25 | 37,2            | 35,2  | .61 |
| STalä    | 47,7            | 42,9  | .08 | 46,8            | 44,1  | .58 |
| STalo    | 33,3            | 29,8  | .21 | 31,0            | 34,9  | .15 |
| STalg    | 1,7             | 1,7   | .54 | 1,8             | 1,5   | .30 |
| STabit   | 341,2           | 302,3 | .06 | 332,1           | 316,3 | .65 |
| STautl   | 687,0           | 593,9 | .04 | 665,3           | 627,5 | .51 |
| SLadag   | 2,4             | 2,5   | .28 | 2,4             | 2,5   | .79 |
| SLapos   | 12,2            | 12,3  | .81 | 12,2            | 12,3  | .88 |
| SLrkl    | 85,8            | 84,8  | .34 | 86,1            | 83,8  | .55 |
| SLrlä    | 67,4            | 69,0  | .04 | 67,7            | 68,6  | .42 |
| SLrlo    | 59,2            | 59,9  | .71 | 60,1            | 57,8  | .15 |
| SLrlg    | 36,8            | 42,0  | .36 | 39,3            | 36,9  | .69 |
| ULaee    | 492,1           | 412,0 | .02 | 473,1           | 441,7 | .45 |
| ULaem    | 153,1           | 146,1 | .64 | 150,4           | 151,2 | .68 |
| ULame    | 25,5            | 20,5  | .17 | 25,9            | 18,5  | .06 |
| ULamm    | 16,3            | 15,2  | .09 | 15,8            | 16,2  | .55 |
| ULako    | 17,5            | 24,5  | .03 | 19,8            | 20,1  | .76 |
| ULayt    | 41,2            | 37,8  | .74 | 39,7            | 40,6  | .61 |
| ULadr    | 119,9           | 104,0 | .49 | 107,9           | 130,8 | .35 |
| LPaspri  | 18,2            | 19,0  | .79 | 18,8            | 17,5  | .91 |
| LPagpri  | 63,1            | 116,6 | .02 | 92,1            | 55,1  | .28 |
| LPatvkl  | 44,2            | 43,6  | .87 | 45,0            | 41,4  | .94 |
| LPatvlä  | 18,7            | 16,1  | .59 | 16,7            | 20,4  | .25 |
| LPatvlo  | 10,5            | 7,2   | .14 | 9,5             | 9,1   | .90 |
| LPatvbit | 38,6            | 32,6  | .19 | 36,4            | 36,9  | .97 |
| LPakamod | 541,8           | 460,8 | .03 | 524,5           | 486,0 | .27 |
| ULree    | 71,4            | 68,5  | .35 | 70,4            | 70,5  | .56 |
| ULrem    | 22,5            | 25,4  | .23 | 23,3            | 24,0  | .18 |
| ULrme    | 3,8             | 3,6   | .52 | 4,0             | 3,1   | .07 |
| ULrmm    | 2,3             | 2,4   | .42 | 2,3             | 2,5   | .29 |
| ULrko    | 2,7             | 4,3   | .01 | 3,3             | 3,2   | .43 |
| ULryt    | 6,0             | 6,2   | .26 | 6,0             | 6,2   | .42 |
| ULrdr    | 17,9            | 18,3  | .88 | 17,2            | 20,1  | .13 |
| LPrspri  | 2,4             | 2,9   | .92 | 2,6             | 2,5   | .85 |
| LPrgpri  | 9,2             | 17,6  | .01 | 12,6            | 11,0  | .46 |
| LPrtvkl  | 6,2             | 7,1   | .44 | 6,5             | 6,5   | .84 |
| LPrtvlä  | 2,8             | 2,9   | .51 | 2,6             | 3,3   | .08 |
| LPrtvlo  | 1,5             | 1,1   | .29 | 1,4             | 1,4   | .99 |
| LPrtvbit | 5,6             | 5,3   | .58 | 5,4             | 5,8   | .66 |
| LPrkamod | 79,3            | 78,4  | .86 | 79,5            | 77,9  | .64 |
| REautl   | 14,7            | 14,7  | .97 | 14,4            | 15,6  | .82 |
| RErutl   | 2,2             | 2,4   | .53 | 2,2             | 2,6   | .54 |
| RErklpos | 2,2             | 2,3   | .70 | 2,1             | 2,6   | .14 |

(forts.)

Tabell B5.7 Gruppvisa jämförelser av första läggningen



| Variabel | Gruppjämf. av m |               |     | Gruppjämf. av m |               |     |
|----------|-----------------|---------------|-----|-----------------|---------------|-----|
|          | 64 st<br>G, A   | 26 st<br>G, B | M-W | 35 st<br>N, A   | 13 st<br>N, B | M-W |
| STakl    | 36,2            | 36,7          | .73 | 35,4            | 32,2          | .64 |
| STalä    | 48,6            | 45,6          | .46 | 43,5            | 41,1          | .79 |
| STalo    | 32,1            | 36,4          | .23 | 29,0            | 31,8          | .53 |
| STalg    | 1,7             | 1,8           | .98 | 2,0             | 1,1           | .08 |
| STabit   | 346,4           | 328,2         | .58 | 305,9           | 292,5         | .93 |
| STautl   | 703,6           | 646,1         | .33 | 595,1           | 590,4         | .99 |
| SLadag   | 2,4             | 2,5           | .27 | 2,5             | 2,4           | .41 |
| SLapos   | 12,1            | 12,4          | .44 | 12,4            | 12,1          | .23 |
| SLrkl    | 87,0            | 83,0          | .16 | 84,6            | 85,4          | .37 |
| SLrlä    | 67,4            | 67,4          | .98 | 68,3            | 70,9          | .15 |
| SLrlo    | 60,0            | 57,3          | .24 | 60,4            | 58,7          | .49 |
| SLrlg    | 35,1            | 41,0          | .48 | 46,9            | 28,6          | .10 |
| ULaee    | 509,3           | 449,7         | .23 | 406,9           | 425,7         | .76 |
| ULaem    | 150,4           | 159,7         | .43 | 150,5           | 134,2         | .71 |
| ULame    | 28,1            | 19,2          | .06 | 21,8            | 17,1          | .50 |
| ULamm    | 15,8            | 17,6          | .50 | 15,9            | 13,4          | .79 |
| ULako    | 16,4            | 20,1          | .28 | 26,1            | 20,0          | .42 |
| ULayt    | 40,7            | 42,2          | .67 | 37,8            | 37,4          | .73 |
| ULadr    | 113,2           | 136,2         | .53 | 98,2            | 119,8         | .48 |
| LPaspri  | 21,8            | 9,1           | .12 | 13,3            | 34,3          | .06 |
| LPagpri  | 71,4            | 42,7          | .38 | 130,2           | 80,0          | .51 |
| LPatvkl  | 46,0            | 39,9          | .89 | 43,3            | 44,4          | .84 |
| LPatvlä  | 17,2            | 22,2          | .28 | 15,8            | 16,9          | .72 |
| LPatvlo  | 10,6            | 10,2          | .97 | 7,4             | 6,9           | .74 |
| LPatvbit | 39,5            | 36,5          | .61 | 30,7            | 37,8          | .60 |
| LPakamod | 553,9           | 511,9         | .39 | 470,6           | 434,3         | .34 |
| ULree    | 72,0            | 69,9          | .17 | 67,4            | 71,6          | .38 |
| ULrem    | 21,6            | 24,6          | .03 | 26,4            | 22,8          | .52 |
| ULrme    | 4,2             | 3,0           | .07 | 3,7             | 3,3           | .51 |
| ULrmm    | 2,2             | 2,6           | .31 | 2,5             | 2,3           | .65 |
| ULrko    | 2,4             | 3,2           | .11 | 4,8             | 3,2           | .51 |
| ULryt    | 5,8             | 6,6           | .79 | 6,4             | 5,6           | .34 |
| ULrdr    | 17,1            | 20,1          | .20 | 17,5            | 20,2          | .46 |
| LPrspri  | 2,9             | 1,3           | .12 | 2,2             | 4,9           | .07 |
| LPrgpri  | 9,4             | 8,8           | .50 | 18,4            | 15,5          | .68 |
| LPrtvkl  | 6,2             | 6,0           | .93 | 7,0             | 7,4           | .84 |
| LPrtvlä  | 2,6             | 3,3           | .17 | 2,7             | 3,3           | .24 |
| LPrtvlo  | 1,4             | 1,6           | .81 | 1,2             | 1,0           | .62 |
| LPrtvbit | 5,5             | 5,8           | .97 | 5,5             | 6,0           | .50 |
| LPrkamod | 79,3            | 79,4          | .76 | 79,8            | 74,9          | .27 |
| REautl   | 14,3            | 15,8          | .73 | 14,6            | 15,2          | .89 |
| RErutl   | 2,0             | 2,7           | .51 | 2,4             | 2,5           | .84 |
| RErkpos  | 2,0             | 2,6           | .20 | 2,2             | 2,6           | .44 |

Tabell B5.7 Gruppvisa jämförelser av första läggningen

| Variabel | Gruppjämf. av m |       |    |     | Gruppjämf. av m |       |    |     | Gruppjämf. av m |       |    |     |
|----------|-----------------|-------|----|-----|-----------------|-------|----|-----|-----------------|-------|----|-----|
|          | 39 st           | 39 st |    |     | 26 st           | 26 st |    |     | 13 st           | 13 st |    |     |
|          | B               | C     | AS | W   | G, B            | G, C  | AS | W   | N, B            | N, C  | AS | W   |
| STakl    | 35,2            | 35,1  | 35 | .71 | 36,7            | 36,5  | 23 | .99 | 32,2            | 32,2  | 12 | .32 |
| STalä    | 44,1            | 44,3  | 31 | .16 | 45,6            | 45,7  | 21 | .50 | 41,1            | 41,4  | 10 | .11 |
| STalo    | 34,9            | 34,8  | 38 | .32 | 36,4            | 36,4  | 26 | .99 | 31,8            | 31,7  | 12 | .32 |
| STalg    | 1,5             | 1,6   | 38 | .32 | 1,8             | 1,8   | 26 | .99 | 1,1             | 1,2   | 12 | .32 |
| STabit   | 316,3           | 319,2 | 20 | .01 | 328,2           | 332,0 | 13 | .02 | 292,5           | 293,7 | 7  | .34 |
| STautl   | 627,5           | 630,4 | 21 | .01 | 646,1           | 648,6 | 14 | .06 | 590,4           | 594,0 | 7  | .03 |
| SLadag   | 2,5             | 2,5   | 6  | .80 | 2,5             | 2,5   | 4  | .81 | 2,4             | 2,4   | 2  | .82 |
| SLapos   | 12,3            | 12,2  | 5  | .53 | 12,4            | 12,3  | 3  | .84 | 12,1            | 11,9  | 2  | .35 |
| SLrkl    | 83,8            | 86,5  | 14 | .00 | 83,0            | 86,3  | 7  | .02 | 85,4            | 87,0  | 7  | .05 |
| SLrlä    | 69,6            | 69,9  | 6  | .03 | 67,4            | 69,2  | 3  | .05 | 70,9            | 71,2  | 3  | .33 |
| SLrlo    | 57,8            | 59,4  | 7  | .03 | 57,3            | 59,1  | 3  | .15 | 58,7            | 60,0  | 4  | .09 |
| SLrlg    | 36,9            | 36,8  | 30 | .37 | 41,0            | 41,1  | 18 | .21 | 28,6            | 28,2  | 12 | .32 |
| ULaee    | 441,7           | 443,6 | 20 | .26 | 449,7           | 452,0 | 13 | .34 | 425,7           | 426,8 | 7  | .46 |
| ULaem    | 151,2           | 152,8 | 18 | .11 | 160,0           | 160,8 | 13 | .70 | 134,2           | 137,0 | 5  | .01 |
| ULame    | 18,5            | 17,7  | 27 | .64 | 19,2            | 18,2  | 16 | .96 | 17,1            | 16,8  | 11 | .18 |
| ULamm    | 16,2            | 16,3  | 23 | .90 | 17,6            | 17,7  | 15 | .82 | 13,4            | 13,3  | 8  | .69 |
| ULako    | 20,1            | 19,2  | 29 | .24 | 20,1            | 19,7  | 20 | .25 | 20,0            | 18,3  | 9  | .71 |
| ULayt    | 40,6            | 40,2  | 21 | .86 | 42,2            | 42,0  | 14 | .48 | 37,5            | 36,5  | 7  | .34 |
| ULadr    | 138,8           | 131,9 | 18 | .85 | 136,2           | 140,0 | 9  | .41 | 119,8           | 115,8 | 9  | .20 |
| LPaspri  | 17,5            | 36,8  | 21 | .00 | 9,1             | 26,9  | 15 | .00 | 34,3            | 56,6  | 6  | .07 |
| LPagpri  | 55,1            | 71,6  | 25 | .12 | 42,7            | 47,7  | 18 | .78 | 80,0            | 119,4 | 7  | .05 |
| LPatvkl  | 41,4            | 45,5  | 2  | .05 | 39,9            | 44,2  | 2  | .04 | 44,4            | 48,1  | 0  | .75 |
| LPatvlä  | 20,5            | 18,8  | 2  | .75 | 22,2            | 18,1  | 1  | .31 | 16,9            | 20,2  | 1  | .35 |
| LPatvlo  | 9,1             | 8,0   | 2  | .87 | 10,2            | 8,1   | 1  | .64 | 6,9             | 7,8   | 1  | .31 |
| LPatvbit | 36,9            | 38,4  | 0  | .67 | 36,5            | 37,4  | 0  | .66 | 37,8            | 40,4  | 0  | .86 |
| LPakamod | 486,0           | 468,1 | 0  | .02 | 511,9           | 499,5 | 0  | .11 | 434,3           | 405,1 | 0  | .10 |
| ULree    | 70,5            | 70,4  | 16 | .35 | 69,9            | 70,0  | 11 | .82 | 71,6            | 71,3  | 5  | .04 |
| ULrem    | 24,0            | 24,2  | 17 | .32 | 24,6            | 24,7  | 12 | .68 | 22,8            | 23,2  | 5  | .02 |
| ULrme    | 3,1             | 3,0   | 21 | .23 | 3,0             | 2,8   | 13 | .65 | 3,3             | 3,3   | 8  | .04 |
| ULrmm    | 2,5             | 2,4   | 19 | .50 | 2,6             | 2,5   | 13 | .92 | 2,3             | 2,2   | 6  | .13 |
| ULrko    | 3,2             | 3,0   | 18 | .07 | 3,2             | 3,1   | 12 | .08 | 3,2             | 2,9   | 6  | .40 |
| ULryt    | 6,2             | 6,1   | 15 | .93 | 6,6             | 6,4   | 9  | .27 | 5,6             | 5,5   | 6  | .31 |
| ULrdr    | 20,1            | 20,2  | 13 | .81 | 20,1            | 20,4  | 7  | .66 | 20,2            | 29,7  | 6  | .09 |
| LPrspri  | 2,5             | 4,9   | 23 | .00 | 1,3             | 3,5   | 16 | .00 | 4,9             | 7,7   | 7  | .12 |
| LPrgpri  | 11,0            | 12,8  | 25 | .43 | 8,8             | 8,6   | 18 | .78 | 15,5            | 21,4  | 7  | .12 |
| LPrtvkl  | 6,5             | 7,5   | 2  | .04 | 6,0             | 6,9   | 2  | .06 | 7,4             | 8,7   | 0  | .46 |
| LPrtvlä  | 3,3             | 3,1   | 5  | .67 | 3,3             | 2,8   | 3  | .31 | 3,3             | 3,6   | 2  | .50 |
| LPrtvlo  | 1,4             | 1,3   | 3  | .86 | 1,6             | 1,2   | 2  | .62 | 1,0             | 1,3   | 1  | .21 |
| LPrtvbit | 5,8             | 6,3   | 0  | .61 | 5,8             | 5,9   | 0  | .78 | 6,0             | 7,2   | 0  | .73 |
| LPrkamod | 77,9            | 74,6  | 0  | .00 | 79,4            | 77,5  | 0  | .05 | 74,9            | 68,8  | 0  | .05 |
| REautl   | 15,6            | 16,4  | 3  | .38 | 15,8            | 15,9  | 2  | .73 | 15,2            | 17,4  | 1  | .29 |
| RErutl   | 2,6             | 2,7   | 2  | .38 | 2,7             | 2,5   | 2  | .90 | 2,5             | 3,1   | 0  | .23 |
| RErklpos | 2,6             | 2,4   | 2  | .24 | 2,6             | 2,3   | 1  | .12 | 2,6             | 2,7   | 1  | .97 |

Tabell B5.8 Gruppvisa jämförelser av upprepade läggningar

| Variabel | Gruppjämf. av m |       |     | Gruppjämf. av m |       |     | Gruppjämf. av m |       |     |
|----------|-----------------|-------|-----|-----------------|-------|-----|-----------------|-------|-----|
|          | 119st           | 19st  |     | 81st            | 9st   |     | 38st            | 10st  |     |
|          | K               | S     | M-W | G, K            | G, S  | M-W | N, K            | N, S  | M-W |
| STakl    | 35,8            | 41,5  | .18 | 37,7            | 38,0  | .80 | 31,9            | 44,7  | .02 |
| STalä    | 45,7            | 48,5  | .28 | 48,0            | 45,7  | .78 | 40,8            | 51,0  | .04 |
| STalo    | 31,8            | 33,8  | .48 | 33,0            | 36,7  | .48 | 29,4            | 31,2  | .60 |
| STalg    | 1,7             | 1,6   | .98 | 1,7             | 1,6   | .73 | 1,8             | 1,7   | .78 |
| STabit   | 326,6           | 341,0 | .44 | 346,2           | 306,7 | .32 | 284,3           | 371,9 | .01 |
| STautl   | 645,1           | 719,7 | .16 | 690,1           | 666,6 | .75 | 549,4           | 767,6 | .01 |
| SLadag   | 2,5             | 2,3   | .00 | 2,5             | 2,3   | .01 | 2,5             | 2,3   | .05 |
| SLapos   | 12,3            | 11,5  | .05 | 12,3            | 11,3  | .06 | 12,4            | 11,7  | .35 |
| SLrkl    | 86,3            | 85,7  | .78 | 86,7            | 87,2  | .90 | 85,5            | 84,4  | .83 |
| SLrlä    | 68,0            | 70,4  | .06 | 67,8            | 68,6  | .42 | 68,3            | 72,0  | .12 |
| SLrlo    | 59,4            | 62,9  | .05 | 59,7            | 60,1  | .98 | 58,9            | 65,5  | .01 |
| SLrlg    | 37,8            | 43,4  | .35 | 36,7            | 37,8  | .71 | 40,1            | 48,5  | .49 |
| ULaee    | 465,9           | 514,1 | .16 | 495,5           | 467,8 | .78 | 374,6           | 555,8 | .00 |
| ULaem    | 149,8           | 159,3 | .30 | 153,5           | 152,2 | .94 | 141,9           | 165,6 | .17 |
| ULame    | 23,6            | 23,7  | .46 | 24,9            | 28,7  | .77 | 20,8            | 19,2  | .67 |
| ULamm    | 14,9            | 22,7  | .42 | 16,2            | 17,9  | .96 | 12,1            | 27,0  | .14 |
| ULako    | 19,9            | 18,4  | .68 | 18,0            | 11,8  | .55 | 23,9            | 24,4  | .45 |
| ULayt    | 38,4            | 49,1  | .16 | 42,0            | 33,3  | .55 | 30,7            | 63,2  | .00 |
| ULadr    | 119,7           | 83,1  | .11 | 125,3           | 81,6  | .18 | 107,8           | 84,4  | .36 |
| LPaspri  | 23,8            | 24,8  | .38 | 24,8            | 10,3  | .30 | 21,7            | 37,8  | .99 |
| LPagpri  | 81,5            | 116,8 | .38 | 67,0            | 42,0  | .66 | 112,3           | 184,1 | .23 |
| LPatvkl  | 43,4            | 56,4  | .12 | 45,1            | 49,3  | .92 | 39,8            | 62,9  | .05 |
| LPatvlä  | 16,9            | 20,0  | .78 | 17,8            | 14,7  | .27 | 15,0            | 24,7  | .11 |
| LPatvlo  | 8,2             | 14,5  | .12 | 9,2             | 16,2  | .52 | 6,0             | 13,1  | .03 |
| LPatvbit | 35,6            | 45,4  | .16 | 38,6            | 41,0  | .72 | 29,1            | 49,4  | .01 |
| LPakamod | 503,9           | 537,5 | .29 | 540,7           | 515,8 | .93 | 425,4           | 557,1 | .03 |
| ULree    | 70,2            | 71,7  | .59 | 71,5            | 70,8  | .77 | 67,4            | 72,5  | .20 |
| ULrem    | 23,7            | 22,4  | .80 | 22,4            | 23,3  | .65 | 26,5            | 21,7  | .25 |
| ULrme    | 3,8             | 3,1   | .20 | 3,8             | 3,6   | .99 | 3,9             | 2,5   | .13 |
| ULrmm    | 2,3             | 2,8   | .81 | 2,3             | 2,2   | .96 | 2,2             | 3,3   | .58 |
| ULrko    | 3,3             | 2,5   | .78 | 2,7             | 1,8   | .64 | 4,6             | 3,1   | .67 |
| ULryt    | 6,0             | 6,3   | .64 | 6,1             | 4,9   | .61 | 5,8             | 7,7   | .23 |
| ULrdr    | 19,2            | 10,7  | .01 | 18,8            | 11,4  | .13 | 20,2            | 10,1  | .05 |
| LPrspri  | 3,3             | 3,2   | .35 | 3,2             | 1,9   | .35 | 3,5             | 4,3   | .88 |
| LPrgpri  | 12,3            | 15,1  | .54 | 9,5             | 6,0   | .60 | 18,1            | 23,4  | .46 |
| LPrtvkl  | 6,7             | 7,3   | .42 | 6,4             | 6,4   | .84 | 7,3             | 8,1   | .32 |
| LPrtvlä  | 2,8             | 2,4   | .52 | 2,7             | 1,8   | .22 | 2,9             | 2,9   | .99 |
| LPrtvlo  | 1,2             | 1,9   | .21 | 1,3             | 2,0   | .42 | 1,1             | 1,7   | .17 |
| LPrtvbit | 5,6             | 6,0   | .39 | 5,7             | 5,2   | .60 | 5,3             | 6,7   | .07 |
| LPrkamod | 78,3            | 76,6  | .79 | 78,6            | 80,3  | .62 | 77,5            | 73,2  | .35 |
| REautl   | 14,1            | 20,2  | .11 | 14,5            | 17,0  | .95 | 13,3            | 23,1  | .04 |
| RErutl   | 2,3             | 2,6   | .38 | 2,2             | 2,1   | .84 | 2,5             | 3,0   | .21 |
| RErkpos  | 2,1             | 2,7   | .14 | 2,0             | 2,4   | .57 | 2,2             | 3,0   | .19 |

(forts.)

Tabell B5.9 Gruppvisa jämförelser relativt kommande kundstatus

| Variabel | Gruppjämf. av m |               |     | Gruppjämf. av m |               |     |
|----------|-----------------|---------------|-----|-----------------|---------------|-----|
|          | 9 st<br>S, G    | 10 st<br>S, N | M-W | 81 st<br>K, G   | 38 st<br>K, N | M-W |
| STakl    | 38,0            | 44,7          | .23 | 37,7            | 31,9          | .05 |
| STalä    | 45,7            | 51,0          | .46 | 48,0            | 40,8          | .01 |
| STalo    | 36,7            | 31,2          | .37 | 33,0            | 29,4          | .24 |
| STalg    | 1,6             | 1,7           | .50 | 1,7             | 1,8           | .66 |
| STabit   | 306,7           | 371,9         | .09 | 346,2           | 284,3         | .01 |
| STautl   | 666,6           | 767,6         | .25 | 690,1           | 549,4         | .00 |
| SLadag   | 2,3             | 2,3           | .33 | 2,5             | 2,5           | .26 |
| SLapos   | 11,3            | 11,7          | .37 | 12,3            | 12,4          | .90 |
| SLrkl    | 87,2            | 84,4          | .54 | 86,7            | 85,5          | .25 |
| SLrlä    | 68,6            | 72,0          | .13 | 67,8            | 68,3          | .34 |
| SLrlo    | 60,1            | 65,5          | .10 | 59,7            | 58,9          | .47 |
| SLrlg    | 37,8            | 48,5          | .74 | 36,7            | 40,1          | .59 |
| ULaee    | 467,8           | 555,8         | .19 | 495,5           | 374,6         | .00 |
| ULaem    | 152,2           | 165,6         | .51 | 153,5           | 141,9         | .31 |
| ULame    | 28,7            | 19,2          | .57 | 24,9            | 20,8          | .29 |
| ULamm    | 17,9            | 27,0          | .90 | 16,2            | 12,1          | .04 |
| ULako    | 11,8            | 24,4          | .04 | 18,0            | 23,9          | .15 |
| ULayt    | 33,3            | 63,2          | .07 | 42,0            | 30,7          | .14 |
| ULadr    | 81,6            | 84,4          | .77 | 125,3           | 107,8         | .57 |
| LPaspri  | 10,3            | 37,8          | .78 | 24,8            | 21,7          | .44 |
| LPagpri  | 42,0            | 184,1         | .04 | 67,0            | 112,3         | .06 |
| LPatvkl  | 49,3            | 62,9          | .37 | 45,1            | 39,8          | .36 |
| LPatvlä  | 14,7            | 24,7          | .24 | 17,8            | 15,0          | .44 |
| LPatvlo  | 16,2            | 13,1          | .68 | 9,2             | 6,0           | .12 |
| LPatvbit | 41,0            | 49,4          | .25 | 38,6            | 29,1          | .05 |
| LPakamod | 515,8           | 557,1         | .81 | 540,7           | 425,4         | .00 |
| ULree    | 70,8            | 72,5          | .46 | 71,5            | 67,4          | .16 |
| ULrem    | 23,3            | 21,7          | .51 | 22,4            | 26,5          | .11 |
| ULrme    | 3,6             | 2,5           | .16 | 3,8             | 3,9           | .93 |
| ULrmm    | 2,2             | 3,3           | .74 | 2,3             | 2,2           | .35 |
| ULrko    | 1,8             | 3,1           | .12 | 2,7             | 4,6           | .03 |
| ULryt    | 4,9             | 7,7           | .09 | 6,1             | 5,8           | .67 |
| ULrdr    | 11,4            | 10,1          | .46 | 18,8            | 20,2          | .78 |
| LPrspri  | 1,9             | 4,3           | .78 | 3,2             | 3,5           | .66 |
| LPrgpri  | 6,0             | 23,4          | .04 | 9,5             | 18,1          | .03 |
| LPrtvkl  | 6,4             | 8,1           | .46 | 6,4             | 7,3           | .79 |
| LPrtvlä  | 1,8             | 2,9           | .22 | 2,7             | 2,9           | .52 |
| LPrtvlo  | 2,0             | 1,7           | .97 | 1,3             | 1,1           | .44 |
| LPrtvbit | 5,2             | 6,7           | .31 | 5,7             | 5,3           | .42 |
| LPrkamod | 80,3            | 73,2          | .19 | 78,6            | 77,5          | .99 |
| REautl   | 17,0            | 23,1          | .25 | 14,5            | 13,3          | .57 |
| RErutl   | 2,1             | 3,0           | .15 | 2,2             | 2,5           | .55 |
| RErkpos  | 2,4             | 3,0           | .51 | 2,0             | 2,2           | .79 |

Tabell B5.9 Gruppvisa jämförelser relativt kommande kundstatus



| Faktiska förhållanden |       | Kundklassificering enligt sex olika diskriminantfunktioner |    |       |                 |    |       |
|-----------------------|-------|------------------------------------------------------------|----|-------|-----------------|----|-------|
|                       |       | Lägg.n.grp. A+B                                            |    |       | Lägg.n.grp. A+C |    |       |
|                       |       | Kundstatus                                                 |    | Träff | Kundstatus      |    | Träff |
| Kundstatus            | Antal | K                                                          | S  | %     | K               | S  | %     |
| K                     | 119   | 94                                                         | 25 | 79    | 101             | 18 | 85    |
| S                     | 19    | 7                                                          | 12 | 63    | 7               | 12 | 63    |
| G+K                   | 81    | 71                                                         | 10 | 88    | 74              | 7  | 91    |
| G+S                   | 9     | 2                                                          | 7  | 78    | 2               | 7  | 78    |
| N+K                   | 38    | 36                                                         | 2  | 95    | 35              | 3  | 92    |
| N+S                   | 10    | 1                                                          | 9  | 90    | 2               | 8  | 80    |

Tabell B5.10 Diskriminantanalys av kommande kundstatus

| Variabel                                                       | Nya kunder                        |             |                     |                 |         | Gamla kunder                                                 |             |                     |                 |         |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|---------------------|-----------------|---------|--------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|-----------------|---------|
|                                                                | Stand.<br>koeff.                  | Sta-<br>tus | Medel-<br>värde     | Klassif.<br>K S |         | Stand.<br>koeff.                                             | Sta-<br>tus | Medel-<br>värde     | Klassif.<br>K S |         |
| STakl<br>STalä<br>STalo<br>STalg<br>STabit<br>STautl           |                                   |             | K: -0,30<br>S: 1,13 | 31<br>3         | 7<br>7  | Ingen variabel uppfyller diskriminantanalysens toleranskrav. |             |                     |                 |         |
| SLadag<br>SLapos<br>SLrkl<br>SLrlä<br>SLrlo<br>SLrlg           | -0,73<br>0,63<br><br>0,42<br>0,71 |             | K: -0,27<br>S: 1,01 | 27<br>2         | 11<br>8 | 1,00                                                         |             | K: 0,09<br>S: -0.78 | 52<br>4         | 29<br>5 |
| ULaem<br>ULame<br>ULamm                                        |                                   | 1,00        | K: -0,16<br>S: 0,60 | 31<br>5         | 7<br>5  | Ingen variabel uppfyller diskriminantanalysens toleranskrav  |             |                     |                 |         |
| ULako<br>ULayt<br>ULadr<br>LPaspri<br>LPagpri                  | 1,04<br>-0,55                     |             | K: -0,30<br>S: 1,15 | 32<br>4         | 6<br>6  | <br><br>,73<br>,68                                           |             | K: 0,05<br>S: -0,49 | 40<br>1         | 41<br>8 |
| LPatvkl<br>LPatvlä<br>LPatvlo<br>LPatvbit<br>REautl            | <br><br>0,59<br><br>0,55          |             | K: -0,21<br>S: 0,79 | 30<br>5         | 8<br>5  | -0,51<br>1,09                                                |             | K: -0,10<br>S: 0,89 | 59<br>4         | 22<br>5 |
| ULrem<br>ULrme<br>ULrmm                                        | 0,51<br>0,81<br>-0,72             |             | K: 0,18<br>S: -0,69 | 27<br>3         | 11<br>7 | Ingen variabel uppfyller diskriminantanalysens toleranskrav  |             |                     |                 |         |
| ULrko<br>ULryt<br>ULrdr<br>LPrspri<br>LPrgpri                  | -0,62<br>0,77                     |             | K: 0,18<br>S: -0,70 | 26<br>3         | 12<br>7 | <br><br>0,80<br>0,73                                         |             | K: 0,07<br>S: -0,66 | 51<br>1         | 30<br>8 |
| LPrtvkl<br>LPrtvlä<br>LPrtvlo<br>LPrtvbit<br>RErutl<br>RErkpos | <br><br>1,00<br><br><br>          |             | K: -0,14<br>S: 0,52 | 29<br>6         | 9<br>4  | -0,57<br>0,99                                                |             | K: -0,08<br>S: 0,75 | 56<br>4         | 25<br>5 |

Tabell B5.11 Partiella diskriminantanalyser av kundbortfallet

| Variabel | Korrelationskoefficienter |          |          |
|----------|---------------------------|----------|----------|
|          | K+S (138 st)              |          |          |
|          | REautl                    | RErutl   | RErklpos |
| STakl    | .46 ***                   | .08      | .20 *    |
| STalä    | .43 ***                   | .09      | .15 *    |
| STalo    | .29 ***                   | .10      | .14 *    |
| STalg    | .28 ***                   | .14 *    | .17 *    |
| STabit   | .38 ***                   | -.01     | .09      |
| STautl   | .38 ***                   | -.04     | .06      |
|          |                           |          |          |
| SLadag   | -.01                      | .21 **   | .16 *    |
| SLapos   | -.19 *                    | -.06     | -.14 *   |
| SLrkl    | .12 *                     | .18 *    | .08      |
| SLrlä    | .28 ***                   | .32 ***  | .31 ***  |
| SLrlo    | .35 ***                   | .17 *    | .24 **   |
| SLrlg    | .31 ***                   | .20 **   | .13 *    |
|          |                           |          |          |
| ULaee    | .26 ***                   | -.15 *   | -.05     |
| ULaem    | .44 ***                   | .20 *    | .27 ***  |
| ULame    | .18 *                     | .03      | .09      |
| ULamm    | .42 ***                   | .19 *    | .25 **   |
| ULako    | .19 *                     | .12 *    | .13 *    |
| ULayt    | .40 ***                   | .14 *    | .22 **   |
| ULadr    | .28 ***                   | .17 *    | .30 ***  |
|          |                           |          |          |
| LPaspri  | .19 *                     | .03      | .05      |
| LPagpri  | .26 ***                   | .16 *    | .23 **   |
| LPatvkl  | .48 ***                   | .24 **   | .33 ***  |
| LPatvlä  | .62 ***                   | .46 ***  | .53 ***  |
| LPatvlo  | .52 ***                   | .32 ***  | .46 ***  |
| LPatvbit | .81 ***                   | .57 ***  | .63 ***  |
| LPakamod | .11                       | -.27 *** | -.19 *   |
|          |                           |          |          |
| ULree    | -.25 **                   | -.43 *** | -.40 *** |
| ULrem    | .20 **                    | .39 ***  | .35 ***  |
| ULrme    | -.00                      | .02      | .06      |
| ULrmm    | .31 ***                   | .24 **   | .25 **   |
|          |                           |          |          |
| ULrko    | .04                       | .12 *    | .10      |
| ULryt    | .19 *                     | .19 *    | .22 **   |
| ULrdr    | .14 *                     | .24 **   | .31 ***  |
|          |                           |          |          |
| LPrspri  | .11                       | .02      | .03      |
| LPrgpri  | .20 **                    | .26 **   | .32 ***  |
| LPrtvkl  | .38 ***                   | .34 ***  | .42 ***  |
| LPrtvlä  | .43 ***                   | .52 ***  | .54 ***  |
| LPrtvlo  | .45 ***                   | .42 ***  | .51 ***  |
| LPrtvbit | .71 ***                   | .76 ***  | .75 ***  |
| LPrkamod | -.71 ***                  | -.69 *** | -.75 *** |

(forts.)

Tabell B5.12 Läggningsutfallet korrekerat med övriga variabler

| Variabel | Korrelationskoefficienter |          |           |          |
|----------|---------------------------|----------|-----------|----------|
|          | K (119 st)                |          | S (19 st) |          |
|          | REautl                    | RErutl   | REautl    | RErutl   |
| STakl    | .40 ***                   | .02      | .63 **    | .41 *    |
| STalä    | .42 ***                   | .06      | .50 *     | .30      |
| STalo    | .29 ***                   | .08      | .31 *     | .21      |
| STalg    | .28 ***                   | .14 *    | .38 *     | .18      |
| STabit   | .36 ***                   | -.06     | .54 **    | .33 *    |
| STautl   | .32 ***                   | -.11     | .61 **    | .39 *    |
|          |                           |          |           |          |
| SLadag   | .10                       | .31 ***  | -.39 *    | -.39 *   |
| SLapos   | -.09                      | .00      | -.62 **   | -.54 **  |
| SLrkl    | .12 *                     | .18 *    | .17       | .23      |
| SLrlä    | .19 *                     | .26 **   | .65 **    | .67 ***  |
| SLrlo    | .26 **                    | .08      | .66 **    | .66 **   |
| SLrlg    | .33 ***                   | .21 *    | .23       | .11      |
|          |                           |          |           |          |
| ULaee    | .20 *                     | -.22 **  | .56 **    | .37 *    |
| ULaem    | .45 ***                   | .18 *    | .48 *     | .27      |
| ULame    | .14 *                     | .02      | .31 *     | .11      |
| ULamm    | .39 ***                   | .14 *    | .48 *     | .38 *    |
| ULako    | .17 *                     | .09      | .41 *     | .40      |
| ULayt    | .41 ***                   | .14 *    | .30       | .13      |
| ULadr    | .34 ***                   | .20 *    | .20       | .04      |
|          |                           |          |           |          |
| LPaspri  | .14 *                     | -.01     | .45 *     | .38 *    |
| LPagpri  | .27 **                    | .15 *    | .17       | .18      |
| LPatvkl  | .39 ***                   | .16 *    | .81 ***   | .70 ***  |
| LPatvlä  | .56 ***                   | .41 ***  | .87 ***   | .80 ***  |
| LPatvlo  | .46 ***                   | .26 **   | .63 **    | .58 **   |
| LPatvbit | .79 ***                   | .55 ***  | .87 ***   | .73 ***  |
| LPakamod | .09                       | -.30 *** | .20       | -.02     |
|          |                           |          |           |          |
| ULree    | -.29 ***                  | -.47 *** | -.17      | -.04     |
| ULrem    | .26 **                    | .44 ***  | -.09      | -.13     |
| ULrme    | -.00                      | .04      | .09       | -.07     |
| ULrmm    | .26 **                    | .23 **   | .40 *     | .33 *    |
|          |                           |          |           |          |
| ULrko    | .04                       | .12      | .18       | .21      |
| ULryt    | .21 *                     | .21 *    | .12       | -.01     |
| ULrdr    | .21 **                    | .29 ***  | .03       | -.09     |
|          |                           |          |           |          |
| LPrspri  | .06                       | -.02     | .43 *     | .37 *    |
| LPrgpri  | .22 **                    | .28 **   | .09       | .11      |
| LPrtvkl  | .32 ***                   | .29 ***  | .68 ***   | .67 ***  |
| LPrtvlä  | .41 ***                   | .49 ***  | .74 ***   | .81 ***  |
| LPrtvlo  | .40 ***                   | .39 ***  | .53 *     | .56 **   |
| LPrtvbit | .70 ***                   | .75 ***  | .84 ***   | .82 ***  |
| LPrkamod | -.66 ***                  | -.66 *** | -.91 ***  | -.89 *** |

(forts.)

Tabell B5.12 Läggningsutfallet korrekerat med övriga variabler



| Variabel | Korrelationskoefficienter |          |           |          |
|----------|---------------------------|----------|-----------|----------|
|          | G (90 st)                 |          | N (48 st) |          |
|          | REautl                    | RErutl   | REautl    | RErutl   |
| STakl    | .41 ***                   | .00      | .56 ***   | .24 *    |
| STalä    | .36 ***                   | -.03     | .57 ***   | .32 *    |
| STalo    | .31 **                    | .13      | .26 *     | .06      |
| STalg    | .30 **                    | .08      | .26 *     | .29 *    |
| STabit   | .35 ***                   | -.05     | .46 ***   | .10      |
| STautl   | .35 ***                   | -.08     | .46 ***   | .06      |
| SLadag   | .00                       | .20 *    | -.04      | .22 *    |
| SLapos   | -.26 **                   | -.21 *   | -.05      | .16      |
| SLrkl    | .17 *                     | .22 *    | -.00      | .10      |
| SLrlä    | .36 ***                   | .47 ***  | .12       | .02      |
| SLrlo    | .35 ***                   | .17 *    | .37 **    | .16      |
| SLrlg    | .36 ***                   | .15 *    | .24 *     | .28 *    |
| ULaee    | .24 *                     | -.15 *   | .33 *     | -.11     |
| ULaem    | .42 ***                   | .09      | .49 ***   | .38 **   |
| ULame    | .22 *                     | .04      | .10       | .05      |
| ULamm    | .45 ***                   | .19 *    | .42 **    | .21 *    |
| ULako    | .21 *                     | .08      | .16       | .14      |
| ULayt    | .42 ***                   | .19 *    | .35 **    | .05      |
| ULadr    | .27 **                    | .14 *    | .33 *     | .26 *    |
| LPaspri  | .17 *                     | .02      | .22 *     | .06      |
| LPagpri  | .17 *                     | .11      | .41 **    | .20 *    |
| LPatvkl  | .46 ***                   | .21 *    | .51 ***   | .29 *    |
| LPatvlä  | .59 ***                   | .44 ***  | .69 ***   | .56 ***  |
| LPatvlo  | .50 ***                   | .34 ***  | .60 ***   | .34 ***  |
| LPatvbit | .84 ***                   | .59 ***  | .77 ***   | .58 ***  |
| LPakamod | .07                       | -.30 **  | .20 *     | -.17     |
| ULree    | -.24 *                    | -.28 **  | -.28 *    | -.60 *** |
| ULrem    | .19 *                     | .25 **   | .23 *     | .54 ***  |
| ULrme    | .03                       | .01      | -.05      | .05      |
| ULrmm    | .32                       | .27 **   | .32 *     | .22 *    |
| ULrko    | .06                       | .07      | .02       | .15      |
| ULryt    | .24 *                     | .29 **   | .08       | -.05     |
| ULrdr    | .15 *                     | .21 *    | .14       | .27      |
| LPrspri  | .10                       | -.00     | .13       | .05      |
| LPrgpri  | .13                       | .23      | .33 *     | .28 *    |
| LPrtvkl  | .41 ***                   | .34 ***  | .35 **    | .34 **   |
| LPrtvlä  | .43 ***                   | .49 ***  | .44 ***   | .60 ***  |
| LPrtvlo  | .43 ***                   | .46 ***  | .51 ***   | .38 **   |
| LPrtvbit | .74 ***                   | .77 ***  | .67 ***   | .76 ***  |
| LPrkamod | -.72 ***                  | -.69 *** | -.69 ***  | -.70 *** |

(forts.)

Tabell B5.12 Läggningsutfallet korrekerat med övriga variabler

| Variabel | Korrelationskoefficienter |          |              |          |
|----------|---------------------------|----------|--------------|----------|
|          | K, G (81 st)              |          | K, N (38 st) |          |
|          | REautl                    | RErutl   | REautl       | RErutl   |
| STakl    | .31 **                    | -.08     | .58 ***      | .25 *    |
| STalä    | .31 **                    | -.10     | .67 ***      | .37 *    |
| STalo    | .27 **                    | .11      | .30 *        | .04      |
| STalg    | .23                       | .03      | .43 **       | .40 **   |
| STabit   | .29 **                    | -.12     | .49 ***      | .10      |
| STautl   | .27 **                    | -.16 *   | .42 **       | .01      |
|          |                           |          |              |          |
| SLadag   | .05                       | .24 *    | .25 *        | .43 **   |
| SLapos   | -.22 *                    | -.19 *   | .19          | .33 *    |
| SLrkl    | .19 *                     | .25 *    | -.06         | .05      |
| SLrlä    | .33 **                    | .44 ***  | -.17         | -.16     |
| SLrlo    | .28 **                    | .12      | .19          | .01      |
| SLrlg    | .32 **                    | .11      | .36 *        | .39 **   |
|          |                           |          |              |          |
| ULaee    | .18 *                     | -.22 *   | .20          | -.23 *   |
| ULAem    | .36 ***                   | .04      | .63 ***      | .46 **   |
| ULame    | .07                       | -.05     | .30 *        | .18      |
| ULamm    | .37 ***                   | .13      | .40 **       | .17      |
| ULako    | .22 *                     | .07      | .13          | .11      |
| ULayt    | .42 ***                   | .18 *    | .39 **       | .04      |
| ULadr    | .25 *                     | .12      | .59 ***      | .41 **   |
|          |                           |          |              |          |
| LPaspri  | .17 *                     | .01      | .06          | -.06     |
| LPagpri  | .21 *                     | .12      | .45 **       | .20      |
| LPatvkl  | .40 ***                   | .15 *    | .34 *        | .17      |
| LPatvlä  | .56 ***                   | .41 ***  | .55 ***      | .49 ***  |
| LPatvlo  | .43 ***                   | .30 **   | .54 ***      | .23 *    |
| LPatvbit | .83 ***                   | .57 ***  | .71 ***      | .54 ***  |
| LPakamod | .01                       | -.37 *** | .25 *        | -.16     |
|          |                           |          |              |          |
| ULree    | -.21 *                    | -.27 **  | -.49 ***     | -.74 *** |
| ULrem    | .20 *                     | .26 **   | .42 **       | .67 ***  |
| ULrme    | -.05                      | -.02     | .12          | .17      |
| ULrmm    | .28 **                    | .25 *    | .21 *        | .20      |
|          |                           |          |              |          |
| ULrko    | .09                       | .09      | .04          | .16      |
| ULryt    | .27 **                    | .31 **   | -.04         | -.09     |
| ULrdr    | .15 *                     | .22 *    | .36 *        | .40 **   |
|          |                           |          |              |          |
| LPrspri  | .10                       | -.01     | -.01         | -.03     |
| LPrgpri  | .16 *                     | .25 *    | .38 **       | .32 *    |
| LPrtvkl  | .38 ***                   | .31 **   | .25 *        | .28 *    |
| LPrtvlä  | .42 ***                   | .47 ***  | .37 *        | .56 ***  |
| LPrtvlo  | .39 ***                   | .45 ***  | .43 **       | .30 *    |
| LPrtvbit | .72 ***                   | .76 ***  | .67 ***      | .75 ***  |
| LPrkamod | -.70 ***                  | -.67 *** | -.58 ***     | -.65 *** |

(forts.)

Tabell B5.12 Läggningsutfallet korrekerat med övriga variabler

| Variabel | Korrelationskoefficienter |          |              |          |
|----------|---------------------------|----------|--------------|----------|
|          | S, G (9 st)               |          | S, N (10 st) |          |
|          | REautl                    | RErutl   | REautl       | RErutl   |
| STakl    | .90 ***                   | .72 *    | .31          | .06      |
| STalä    | .77 **                    | .66 *    | .12          | -.17     |
| STalo    | .60                       | .46      | .13          | .11      |
| STalg    | .78 **                    | .58 *    | -.21         | -.35     |
| STabit   | .81 **                    | .67 *    | .14          | -.17     |
| STautl   | .84 **                    | .69 *    | .27          | -.03     |
| SLadag   | -.36                      | -.35     | -.52 *       | -.55 *   |
| SLapos   | -.65 *                    | -.59 *   | -.69 *       | -.61 *   |
| SLrkl    | .16                       | .17      | .20          | .34      |
| SLrlä    | .71 *                     | .75 *    | .58 *        | .55 *    |
| SLrlo    | .69 *                     | .64 *    | .60 *        | .66 *    |
| SLrlg    | .54 *                     | .48 *    | -.22         | -.37     |
| ULaee    | .74 *                     | .62 *    | .29          | .03      |
| ULaem    | .84 **                    | .68 *    | -.01         | -.25     |
| ULame    | .80 **                    | .59 *    | -.33         | -.42     |
| ULamm    | .84 **                    | .65 *    | .38          | .28      |
| ULako    | .52 *                     | .41      | .39          | .35      |
| ULayt    | .67 *                     | .44      | .06          | -.13     |
| ULadr    | .58 *                     | .45      | -.16         | -.30     |
| LPaspri  | .43                       | .30      | .49 *        | .38      |
| LPagpri  | -.11                      | .02      | .02          | .11      |
| LPatvkl  | .82 **                    | .75 *    | .81 **       | .67 *    |
| LPatvlä  | .86 **                    | .81 **   | .86 ***      | .77 *    |
| LPatvlo  | .81 **                    | .77 **   | .58 *        | .58 *    |
| LPatvbit | .92 ***                   | .80 **   | .85 ***      | .74 **   |
| LPakamod | .67 *                     | .49 *    | -.32         | -.57 *   |
| ULree    | -.52 *                    | -.39     | .13          | .22      |
| ULrem    | .17                       | .14      | -.33         | -.34     |
| ULrme    | .66 *                     | .46      | -.32         | -.38     |
| ULrmm    | .77 **                    | .62 *    | .37          | .29      |
| ULrko    | -.39                      | -.38     | .32          | .31      |
| ULryt    | .06                       | -.19     | .07          | -.11     |
| ULrdr    | .29                       | .20      | -.13         | -.23     |
| LPrspri  | .40                       | .26      | .49 *        | .38      |
| LPrgpri  | -.21                      | -.07     | .14          | .06      |
| LPrtvkl  | .58 *                     | .62 *    | .82 **       | .75 **   |
| LPrtvlä  | .74 *                     | .80 **   | .73 **       | .79 **   |
| LPrtvlo  | .65 *                     | .73 *    | .52 *        | .57 *    |
| LPrtvbit | .88 ***                   | .87 **   | .80 **       | .81 **   |
| LPrkamod | -.87 **                   | -.90 *** | -.94 ***     | -.89 *** |

Tabell B5.12 Läggningsutfallet korrekerat med övriga variabler

## LITTERATURFÖRTECKNING

=====

- Ackoff R.: A Concept of Corporate Planning, John Wiley & Sons, New York 1970.
- Andersson R. och Bjerke B.: Dynamisk kapitalplanering. Ett system för planering av kapitalströmmar i en sparbank., Sparfrämjandet Förlagsaktiebolag, Stockholm 1971.
- Anér K.: Datamakt, Gummessons, Falköping 1975.
- Ansted A.: Analyse af data til skemalægning, DIKU, Köpenhamn 1978.
- Arrow K. J.: Social Choice and Individual Values, John Wiley & Sons Inc., New York 1951.
- Arwidi O. och Malm A.: Planeringssystem - En ram för analys och konstruktion, Företagsekonomiska institutionen EFL-FR 7304, Lund 1973.
- Balls G.: Tables on Time, The Times Educational Supplement, June 30, 1978.
- Barwig W., Lorenz F., Paule C., Schneider W., Vejsada K., Zeh T. (1976a): INTEGA. Stundenplanprogram für Schulen mit differenzierter Unterrichtsstruktur. Kurzbeschreibung., Gesellschaft für matematik und datenverarbeitung MBH Bonn, Bonn 1976.
- Barwig W., Lorenz F., Paule C., Schneider W., Vejsada K., Zeh T. (1976b): INTEGA. Stundenplanprogram für Schulen mit differenzierter Unterrichtsstruktur. Benutzeranleitung., Gesellschaft für matematik und datenverarbeitung MBH Bonn, Bonn 1976.
- Beard R. M.: Piagets utvecklingspsykologi. En översikt., Wahlström & Widstrand, Stockholm 1973 (1969).
- Berge A.: Schemaläggning med datamaskin - eller planering utan?, Ny teknik, 1969, Nr. 35, pp 8-9.
- Berghuis J., van der Heiden A. J. and Bakker R.: The Preparation of School Time Tables by Electronic Computer, BIT, 1964, Nr. 4, pp 106-114.
- Beth E. W. and Piaget J.: Mathematical Epistemology and Psychology, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht 1966.
- Bierschenk B.: Att strukturera olika datanivåer med hjälp av faktoranalystekniker, Kompendium nr 12, Lärarhögskolan, Malmö 1971.



- Bjurulf B. H. (1972a): A Probabilistic Analysis of Voting Blocs and the Occurrence of the Paradox of Voting, Ingår i: Niemi R. G. and Weisberg H. F. (Eds): Probability Models of Collective Decision Making, Columbus, Ohio 1972.
- Bjurulf B. H. (1972b): Parlamentariska voteringsmetoder, Bilaga 14, SOU 1972:15.
- Bjurulf B. H.: A Simulation Analysis of Selected Voting Procedures, Statsvetenskaplig Tidskrift, 1973, Nr. 1, pp 1-61.
- Boden M.: Piaget, Fontana Paperbacks, Glasgow 1979.
- Bosler U., Frangos D.: EDV-EINSATZ IM BILDUNGSWESEN. Überlegung zu einem Schul-Informationssystem und Entwicklung des Stundenplanmodells COSMOS. Benutzeranleitung für das Programm COSMOS., Pädagogisches Zentrum, Berlin 1974.
- Bratt B., Frykevall L., Janson J.: Datorn i skoladministrationen, Studentlitteratur, Lund 1977.
- Brookes J.: Timetable Planning, Heineman, London 1980.
- Broughton J. M. (1981a): Piaget's Structural Developmental Psychology. I. Piaget and Structuralism., Human Development, 1981, Vol. 24, Nr. 2, pp 78-109.
- Broughton J. M. (1981b): Piaget's Structural Developmental Psychology. II. Logic and Psychology., Human Development, 1981, Vol. 24, Nr. 3, pp 195-224.
- Broughton J. M. (1981c): Piaget's Structural Developmental Psychology. III. Function and the Problem of Knowledge., Human Development, 1981, Vol. 24, Nr. 4, pp 257-285.
- Broughton J. M. (1981d): Piaget's Structural Developmental Psychology. VI. Knowledge without a Self and without History., Human Development, 1981, Vol. 24, Nr. 5, pp 320-346.
- Broughton J. M. (1981e): Piaget's Structural Developmental Psychology. V. Ideology-Critique and the Possibility of a Critical Developmental Theory., Human Development, 1981, Vol. 24, Nr. 6, pp 382-411.
- Bruzelius L. H.: Hur många serviceenheter? Metod och teknik vid utveckling av en operativ och strategisk modell för dimensionering av antal serviceenheter., CWK Gleerup Bokförlag, Lund 1972.
- Churchman C. W. and Scheinblatt A. H.: The Researcher and the Manager: A Dialectic of Implementation., Management Science, 1965, Vol. 11, Nr. 4, pp B69-B87.
- Delacour A. W.: Logical Timetabling, Pulin Publishing Company, Porthcawl 1971.

- Dempster M. A. H., Lethbridge D. G. and Ulph A. M.: School Timetabling by Computer, a Technical History., Educational Research, 1975, Vol. 18, No. 1, pp 24-31.
- DEN DANSK SKOLEHANDBOG 73/74 - 76/77, Finn Suenson Forlag, Köpenhamn 1973-1976.
- Doktor R. Schultz R. L. and Slevin D. P. (Eds.): The Implementation of Management Science, North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1979.
- Dreyfus H. L.: What Computers Can't Do. A Critique of Artificial Reason., Harper & Row, New York 1972.
- Dreyfus H. L.: What Computers Can't Do. Revised Edition. The Limits of Artificial Intelligence., Harper & Row, New York 1979.
- Ejvegård R.: Naturvetenskapens ursprung, Bokförlaget Liber AB, Stockholm 1968.
- Elkind D.: Barn och unga i Piagets psykologi, Natur och Kultur, Stockholm 1976 (1970).
- Elkind D.: Barns utveckling och uppfostran ur Piagets perspektiv, Natur och Kultur, Stockholm 1978 (1976).
- Eriksson P-E. och Hamber H.: Planering och schemaläggning för grundskolan, Svenska Utbildningsförlaget Liber AB, Stockholm 1973.
- Flavell J. H.: The Developmental Psychology of Jean Piaget, D. van Nostrand Company, New York 1963.
- Furth H. G.: Piaget and Knowledge. Theoretical Foundations., Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1969.
- Fängsmyr T.: Drömmen om det exakta språket,  
Ingår i: Fängsmyr T.: Svärmaren i vetenskapens hus. Idé-historiska essäer., Raben & Sjögren, Stockholm 1977 (1974).
- de Gans O. B.: A computer timetabling system for secondary schools in the Netherlands, Paper presented at EURO III, Amsterdam, april 9-11, 1979.
- Garman M. B. and Kamien M. I.: The Paradox of Voting: Probability Calculations, Behavioral Science, 1968, Vol. 13, pp 306-316.
- Ginsburg H. and Opper S.: Piaget's theory of intellectual development. An introduction., Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1969.
- Ginzberg M. J.: A Study of the Implementation Process,  
Ingår i: Doktor R., Schultz R. L. and Slevin D. P. (Eds.): The Implementation of Management Science, North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1979.

- Gotlieb C. C. (1963a): Bibliography prepared by C. C. Gotlieb, Institute of Computer Sciences, University of Toronto 1963.
- Gotlieb C. C. (1963b): The Construction of Class-Teacher Time-Tables, Proceedings of the IFIP Congress 1962 in Munich, North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1963.
- Greko B.: School Scheduling Through Capacitated Network Flow Analysis, Statskontoret, Stockholm 1965.
- Gruber B. und Petters H.: UNTIS-BENUTZERHANDBUCH, EDV-Beartung, Wien 1974.
- Hansen E. J.: Skemalaegningsproblemet, IMSOR, Lyngby 1967.
- Helmersson H.: Produktionsplanering på detaljnivå för plattpressning av dekorativt laminat. Del 1: Problemanalys., Seminarieuppsats, Företagsekonomiska inst., Lund 1968.
- Helmersson H.: Appendix 4,  
Ingår i: Bruzelius L. H., Christensen T., Helmersson H. och Oxing E.: Ett tillvägagångssätt för att finna en metod att lägga schema för en svensk skola, Seminariet i samhällsvetenskaplig metodik, Företagsekonomiska institutionen, Lund 1970.
- Helmersson H.: Produktionsplanering på detaljnivå för plattpressning av dekorativt laminat. Del 2: Färgsekvensproblemet., Seminarieuppsats, Företagsekonomiska inst., Lund 1972.
- Helmersson H.: Välstrukturerade och ostrukturerade problem. En begreppsmässig analys., Företagsekonomiska inst. EFL-FR 7402, Lund 1973.
- Helmersson H.: Computerized Scheduling in Schools - Conditions and Possibilities,  
Ingår i: Lecarme O. and Lewis R. (Eds.): Computers in Education, IFIP 2nd World Conference, NorthHolland Publishing Company, Amsterdam 1975.
- Helmersson H. (1976a): Några spekulationer kring OA-modeller, programmeringsspråk och vanligt språk, Management Science i Sverige III, Göteborg, 30 sept. - 1 okt. 1976.
- Helmersson H. (1976b): Problemstruktur, modellutformning och modellanvändning vid operativ planering med formaliserade modeller. Med exempel från skolschemaläggning., Underlag till seminarium den 3 nov 1976, Företagsekonomiska inst., Lund 1976.
- Hernqvist E.: Uppgörande av arbetsordning vid ett högre allmänt läroverk,  
Ingår i: Frankman L. och Hernqvist E.: Hur ett schema kommer till, C.W.K. Gleerups Förlag, Lund 1951.
- Hildebrandt S.: Operationsanalyse-implementering. Et bidrag til belysning af operationsanalysens implementeringsproblemer., Handelshøgskolan i Århus, Århus 1975.

- Hildebrandt S.: Impementation. The Bottleneck of Operations Research. State of the Art., Paper presented for The 8th Nordic Congress on Operations Research, Oslo, September 24-25 1979.
- Holtz R. E.: School Scheduling Using Computers, a Prospectus, Massachusetts Institute of Thecnology, 1963.
- Huber G. P.: Cognitive Styles as a Basis for MIS and DSS Designs: Much Ado About Nothing?, Management Science, 1983, Vol. 29, No. 5, pp 567-579.
- Hundeide K.: Piaget i kritisk lys, J. W. Cappelens Forlag A/S, Oslo 1977.
- Hunt J. MCV.: The Impact and Limitations of the Giant of Developmental Psychology,  
Ingår i: Elkind D. and Flavell J. H. (Eds.): Studies in Cognetive Development. Essays in Honour of Jean Piaget, Oxford University Press, New York 1969.
- Håkansson B.: Schema. Synpunkter på planläggning., Länsskolnämnden i Kalmar län, 1976.
- Höyer R. (1979a): Systemutveckling som en lärandeprocess inom företaget. Några pedagogiska krav på systemutvecklingsmodellerna., Föreläsningsresumé RAGU-seminariet, Institutionen för Informationsbehandling-ADB Göteborgs Universitet/Chalmers Tekniska Högskola, 25 april 1979.
- Höyer R. (1979b): Information Systems Supporting Organization Development, Proceedings Eruro-IFIP, London 1979.
- Inhelder B. and Piaget J.: The Growth of Logical Thinking. From Childhood to Adolescence., Routledge & Kegan Paul, London 1958.
- Inhelder B.: Outlook.,  
Ingår i: Modgil S. and Modgil C.: Jean Piaget. Consensus and Controversy., Holt, Rinehart and Vinston, London 1982.
- Jakobsen V.: Skemalaegning i praksis. Pedagogisk central, Albertslund 1970.
- Janlert L-E.: Modelling Change - The Frame Problem, Institute of Information Processing, University of Umeå 1981.
- Johnston H. C. and Hoare C. A. R.: Matrix Reduction - An Efficient Method, Comm. of the ACM, 1975, Vol. 18, No. 3, pp 141-150.
- Jordan N.: Is There an Achilles' Heel in Piaget's Theorizing?, Human Development, 1972, Vol. 15, No. 6, pp 379-382.
- Junginger W.: Timetabling Construction by Computers, Hochschule der Bundeswehr Hamburg, Paper presented at EURO III, april 9-11, Amsterdam 1979.



- Kommun-Data: Nor-Data Timeplansystem, Stockholm 1974.
- Kommunedata: Skoleårets planlægning, skemalægning mv. Rapport fra arbejdsgruppen., København 1976.
- Kommunedata (1978a): Kombi-skemalægning, modul 1-6., København 1978.
- Kommunedata (1978b): Skoleårets planlægning, København 1978.
- Kuhn Th.: The Structure of Scientific Revolutions, The University of Chicago Press, Chicago 1962.
- Lannér O.: Schemaläggning - manuellt och datoriserat, Seminarieuppsats för påbyggnadskurs 202 i informationsbehandling, Lunds universitet 1978.
- Larsson B.: Basic properties of MAJORITY RULE, Department of Economics, University of Lund, Lund 1983.
- Leue O.: Automatische Stundenplankonstruktion für Schulen mit vorwiegend kursorientierten Unterricht, Technischen Hochschule Darmstadt 1973.
- Lgr69: Läroplan för grundskolan. Supplement II, Planering., Svenska Utbildningsförlaget Liber AB, Stockholm 1969.
- Lions J.: Matrix Reduction Using the Hungarian Method for the Generation of School Timetables, Comm. of the ACM, 1966, Vol. 9, No. 5, pp 349-354.
- Lions J.: The Ontario School Scheduling Program, The Computer Journal 1967/68, Vol. 10, pp 14-21.
- Lions J.: A Generalization of a Method for the Construction of Class/teacher Timetables, Proceedings to IFIP Information Processing 68, North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1969.
- Little J. D.: Models and Managers: The Concept of Decision Calculus., Management Science, 1970, Vol. 16, No. 8. pp. B466-B485.
- Lohmander B. och Oxing E.: Metoder och tekniker för adaptiv lagerstyrning applicerade på sparbankernas kontantkassor, CWK Gleerup Bokförlag, Lund 1972.
- Lunzer E. A.: Jean Piaget: a biographical sketch, Ingår i: Varma V. P. and Williams Ph. (Eds.): Piaget, Psychology and Education. Papers in Honour of Jean Piaget, Hodder and Stoughton, London 1976.
- Marqvardsen H.: Skemalægning pr. datamaskine, Folkeskolen, 1971, Nr. 22-23, pp 1388-1391, 1450-1452.
- Marqvardsen H.: Skemalægning ved numerisk simulation, IMSOR, Nr. 18, Lyngby 1973.

- Michalsen H.: A Working Strategy for General School Scheduling, Regnesentret NTH, SINTEF, Trondheim 1970.
- Michalsen H.: Timeplanlegging, Tapir Forlag, Trondheim 1971.
- Modgil S. and Modgil C.: Jean Piaget. Consensus and Controversy., Holt, Rinehart and Winston, London 1982.
- Möllehave J.: På myrens fodsti, Lindhart og Ringhof, Köpenhamn 1979.
- Nie N. H., Hull C. H., Jenkins J. G., Steinbrenner K., Bent D. H.: Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), McGrawHill Book Company, New York 1975 (1970).
- Neisser U.: Kognition och verklighet. Den kognitiva psykologins principer och konsekvenser., Wahlström & Widstrand, Stockholm 1978 (1976).
- Niemi R. G. and Weisberg H. F.: A Mathematical Solution for the Probability of the Paradox of Voting, Behavioral Science, 1968, Vol. 13, pp 317-323.
- Nilson N. J.: Artificial Intelligence, Proceedings IFIP Congress Information Processing '74, North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1974.
- Papert S.: Mindstorms. Children, Computers and Powerful Ideas., Basic Books Inc. Publishers, New York 1980.
- Pascal B.: Spridda tankar. Olikheten mellan den matematiska och den fina urskiljningens anda.,  
Ingår i: Pascal i urval och med inledning av Francois Mauriac, Bonniers, Stockholm 1947.
- Piaget J.: Autobiography, Ingår i Furth (1969).
- Piaget J.: Genetic Epistemology, Columbia University Press, New York 1970.
- Piaget J. (1971a): Intelligensens psykologi, Natur och Kultur, Stockholm 1971 (1947).
- Piaget J. (1971b): Biology and Knowledge. An Essay on the Relations between Organic Regulations and Cognitive Processes., Edingburgh University Press, Edingburgh 1971 (1967).
- Piaget J. (1972a): Insights and Illusions of Philosophy, Routledge & Kegan Paul, London 1972 (1965).
- Piaget J. (1972b): Strukturalism, Bokförlaget Prisma, Stockholm 1972 (1968).
- Piaget J. (1972c): Psykologi och undervisning, Bokförlaget Aldus/Bonniers, Stockholm 1972 (1969).
- Piaget J. (1972d): Intellektual Evolution from Adolescence to Adulthood, Human Development, 1972, Vol. 15, pp 1-12.

- Piaget J.: Main Trends in Interdisciplinary Research, Harper & Row, New York 1973 (1970).
- Piaget J.: Sociologiska förklaringar. Med inledning av Joachim Israel., Studentlitteratur, Lund 1974 (1965).
- Piaget J.: Psychology and Epistemology. Towards a Theory of Knowledge., The Viking Press, New York 1975 (1970).
- Piaget J.: Framtidens skola. Att förstå är att upptäcka., Bokförlaget Forum AB, Stockholm 1976 (1972).
- Piaget J.: The Principles of Genetic Epistemology, Routledge & Kegan Paul, London 1977 (1970).
- Plott C. R.: Axiomatic Social Choice Theory: An Overview and Interpretation, American Journal of Political Science, 1976, Vol. XX, No. 3, pp 511-594.
- Pomeranz J. E. and Weil R. L.: Calculation of Cyclical Majority Probabilities, Committee of Information Sciences, University of Chicago (odaterad).
- Poulsen L. og Bech H.: Analyse af fagplan for Kommunedata Skoleservice, DIKU, Köpenhamn 1975.
- Press L.: Using Interaktive Simulation Teaching Linear Programming,  
Ingår i: Lecarme O. and Lewis R. (Eds.): Computers in Education, IFIP 2nd World Conference, NorthHolland Publishing Company, Amsterdam 1975.
- Pylyshyn Z. W.: Minds, machines and phenomenology: Some reflections on Dreyfus' 'What computers can't do', Cognition, 1974, No. 3, pp 57-77.
- Rotman B.: Jean Piaget: Psychologist of the Real, The Harvester Press, Hassocks 1977.
- Rozeboom W. W.: Foundations of the Theory of Prediction, Dorsey Press, Homewood 1966.
- Russell B.: History of Western Philosophy, Urwin Paperbacks, London 1981 (1946).
- Sandberg A. (Ed.): Computers Deviding Man and Work. Recent Scandinavian Research on Planning and Computers from a Trade Union Perspective., Arbetslivscentrum, Stockholm 1979.
- Scheibel H.: Kan vi bruge EDB? Planlægning af skoleåret, skemalægning m. m. Rapport fra arbejdsgruppe under Kommunernes Landsforening., Danmarks Skolelederforening, Temahæfte Nr. 1 1977.
- Schultz R. L. and Hanry M. D.: Implementing Decision Models,  
Ingår i: Schultz R. L. and Zoltners A. A.: Marketing Decision Models, Elsevier North Holland Inc., New York 1981.

- Schultz R. L. and Slevin D. P. (Eds.): Implementing Operations Research/Management Science, American Elsevier, New York 1975.
- Schultz R. R. and Slevin D. P.: Introduction: The Implementation Problem,  
Ingår i: Doktor R., Schultz R. L. and Slevin D. P. (Eds.): The Implementation of management science, NorthHolland Publishing Company, Amsterdam 1979.
- Schultz R. L., Slevin D. P. and Henry M. D.: Bibliography on the Implementation of Operations Research/Management Science, Krannert Graduate School of Management, Purdue University 1978.
- Schwebel M. and Raph J (Eds.): Piaget i skolan, Aldus, Stockholm 1976 (1973).
- Shaklee H.: Bounded Rationality and Cognitive Development: Upper Limits on Growth?, Cognitive Psychology, 1979, Vol. 11, pp 327-345.
- Siegel S.: Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences, McGraw-Hill Kogakusha Ltd., Tokyo 1956.
- Simon H.: The Shape of Automation For Men and Management, Harper & Row, New York 1965.
- Simon H.: the new science of management decision. Rev. Ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1977.
- Sinnott J. D.: Everyday Thinking and Piagetian Operativity in Adults, Human Development, 1975, Vol. 18, pp 430-443.
- Snow C. P.: The Two Cultures and A Second Look, Cambridge University Press, London 1974 (1959).
- Stahlknecht P.: Zur elektronischen Berechnung von Stundenplänen, Elektronische Datenverarbeitung, 1964, Vol. 6, pp 85-91.
- Swensson H.: Hjalmar Willén och hans klass, Natur och Kultur, Stockholm 1937.
- Swift J.: Gullivers resor, Bokförlaget Niloe AB, Uddevalla 1976 (1726).
- Sylvest H.: Administrationen af skoleområdet bliver lettere om et par år, Danske kommuner, 1977, Nr. 1, pp 31-32.
- Uhleman K. H.: Aufstellung von Stunden- und Raumplänen mit Hilfe einer Datenverarbeitungsanlage, Elektronische Datenverarbeitung in Schule und Ausbildung, 1970, pp 161-169.
- Undervisningsministeriet: Statistik 1977-78 Folkeskolen m.v., Köpenhamn 1979.



- Varma V. P. and Williams Ph.: Piaget, Psychology and Education. Papers in Honour of Jean Piaget., Hodder and Stroughton, London 1976.
- Weizenbaum J.: Computer Power and Human Reason. From Jugement to Calculation., W. H. Freeman and Company, San Francisco 1976.
- Wishart D.: CLUSTAN User Manual (Third Edition), Edinburgh University, Edinburgh 1978.
- Wishart D.: CLUSTAN User Manual (Supplement to Third Edition), Edinburgh University, Edinburgh 1982.
- von Wright G. H.: Människor, matematik och maskiner,  
Ingår i: von Wright G. H.: Humanismen som livsåskådning och andra essayer. Raben & Sjögren, Stockholm 1980.
- Vuyk R.: Overview and critique of Piaget's genetic epistemology 1965-1980. Vol 1 and 2., Academic Press, London 1981.
- Zemanek H.: Some Philosophical Aspects of Information Processing,  
Ingår i: Zemanek H. (Ed.): The Skyline of Information processing. Proceedings of the Tenth Anniversary Celebration of the IFIP, North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1972.





